



TUGAS AKHIR – TL141584

**ANALISA SIFAT AKUSTIK KOMPOSIT SERAT
AMPAS TEBU DAN BAMBU BETUNG DENGAN
MATRIKS POLYPROPYLEN**

**AULIYA RAHMAN
NRP. 2710 100 040**

**Dosen Pembimbing
Ir. Moh. Farid, DEA.
Dr. Eng. Hosta ardyananta S.T., M.Sc.**

**Jurusan Teknik Material dan Metalurgi
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



FINAL PROJECT- TL 141584

**ANALYSIS OF ACOUSTIC PROPERTIES FIBER
COMPOSITES WITH SUGAR CANE BAGASSE AND
BETUNG BAMBOO FIBER WITH MATRIX
POLYPROPYLENE**

**Auliya Rahman
NRP. 2710 100 040**

**Advisor
Ir. Moh. Farid, DEA.
Dr. Eng Hosta ardyananta S.T., M.Sc**

**DEPARTMENT OF MATERIALS AND
METALLURGICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**

ANALISA SIFAT AKUSTIK KOMPOSIT SERAT AMPAS TEBU DAN BAMBU BETUNG DENGAN Matriks Polypropilen

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Bidang Studi Material Inovatif
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Material Metalurgi
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

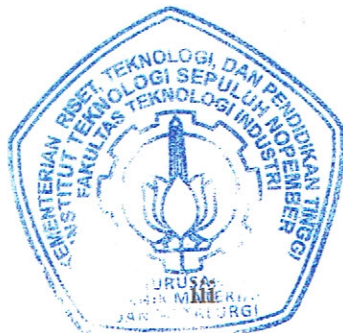
Oleh:

**AULIYA RAHMAN
NRP. 2710 100 040**

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

Ir. Moh. Farid, DEA..........(Pembimbing I).

Dr. Eng. Hosta Ardhyanta S.T, M.Sc.....(pembimbing II)



ANALISA SIFAT AKUSTIK KOMPOSIT SERAT AMPAS TEBU DAN BAMBU BETUNG DENGAN MATRIKS POLYPROPYLEN

Nama Mahasiswa : Auliya Rahman
NRP : 2710 100 040
Jurusan : Teknik Material dan Metalurgi
Dosen Pembimbing : Ir. Moh. Farid, DEA
Dr. Eng. Hosta Ardhyanta ST. M,Sc

ABSTRAK

Seiring dengan berkembangnya teknologi, kebisingan merupakan salah satu masalah yang sangat penting untuk diatasi. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa material komposit polypropylene berpenguat serat natural sebagai penyerap suara. Permasalahan yang dikaji adalah untuk mengetahui hubungan kombinasi serat ampas tebu dan serat bambu betung bermatriks polypropylene pada komposit terhadap nilai koefisien absorpsi suara, morfologi matriks, densitas dan serta struktur kimia yang terbentuk. Tujuannya untuk mendapatkan komposit dengan nilai koefisien absorpsi suara yang memenuhi standar ISO 11654, spesimen dibuat dengan menggunakan pemanasan pada temperatur 180 C dan tekanan sebesar 2 kg. Nilai koefisien absorpsi suara (α) dari komposit poly propylene berpenguat serat bambu betung dan ampas tebu, di uji dengan metode tabung impedansi sesuai standar ASTM E1050, dilakukan juga uji SEM dengan standar ASTM E 2809 dan uji FTIR dengan standar E 168. Dari hasil pengujian didapatkan nilai koefisien absorpsi suara dari ketiga parameter memenuhi standar ISO 11654 dengan nilai koefisien α rata-rata lebih besar dari 0,3 pada frekuensi 250-4000 Hz. . Pada pengujian densitas komposit dengan massa jenis tertinggi mempunyai massa sebesar 0,846 g/m³. Untuk pengujian FTIR, terbukti bahwa tidak terdapat ikatan antara komposit dan reinforcement.

Kata kunci :*poly propylene*, serat ampas tebu, serat bambu betung, koefisien absorpsi

ANALYSIS OF ACOUSTIC PROPERTIES FIBER COMPOSITES WITH SUGAR CANE BAGASSE AND BETUNG BAMBOO FIBER WITH MATRIX POLYPROPYLENE

Name : Auliya Rahman
NRP : 2710 100 040
Departement : Teknik Material dan Metalurgi
Advisor : Ir. Moh. Farid, DEA
Dr. Eng. Hosta Ardhyana ST. M,Sc

ABSTRACT

As the development of technology, noise become important issue to be solved. This study was done to analys a polypropylene composite material reinforce natural fibers as a sound absorber. The problem studied is to determine the relationship of fiber combinations bagasse and betung bamboo fibers in a composite polypropylene. The sound absorption coefficient matrix morphology, density and as well as the chemical structures are formed. The goal is to obtain a composite with the value of the sound absorption coefficient sound that comply the standards of ISO 11 654, Specimens are made using a 180 C heating and 2 kg pressure. The value of sound absorption coefficient (α) of a reinforce poly propylene composite from betung bamboo fiber and bagasse, are tested with an impedance tube method according to ASTM E1050 standard. Then SEM test also held with ASTM E 2809 and FTIR test with E 168 standard. with the value of the average coefficient greater than 0.3 in the 250-4000 Hz frequency. , On composite density testing with the highest density has 0.846 g/m³ of massand that is heaviest. On FTIR testing, proved that there is no bond between the composite and reinforcement.

Keywords: poly propylene, bagasse fiber, bamboo fiber betung, Sound absorption coefficient

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat, taufiq, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ **ANALISA SIFAT AKUSTIK KOMPOSIT SERAT AMPAS TEBU DAN BAMBUTUNG DENGAN MATRIKS POLYPROPILEN**”, sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T)

Shalawat serta salam tidak lupa penulis haturkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW, keluarga serta para sahabatnya yang senantiasa turut berjuang di jalan Allah SWT.

Selama melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Moh. Farid, DEA selaku dosen pembimbing yang telah sabar dalam memberikan dukungan, bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Eng Hosta Ardyanta ST., M.Sc selaku dosen pembimbing 2 yang telah sabar dalam memberikan dukungan, bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
3. Ayahanda Muhammad Maftuh, Ibu Hery pujianti, Afi, Azi atas semangat dan doa yang telah diberikan
4. Bapak Dr. Agung Purniawan ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI – ITS
5. Ibu Yuli Setyorini ST, MT selaku dosen wali penulis
6. Bapak Dr. Agung Purniawan, ST, MT selaku dosen wali penulis
7. Dosen Tim Penguji seminar dan sidang serta Seluruh Dosen Teknik Material dan Metalurgi FTI – ITS
8. Lusy Ana Sandi atas segala bantuan, support, dan semangat yang telah diberikan
9. Keluarga HMMT Dan dulur-dulur ku MT 12

10. Mustamir S.T, Eben S.T. Hauna S.T. Dede S.T. Rania` S.T Astrit ST, Ucup ST dan Erdin ST, Teman seperjuangan satu LAB
11. Fina, Lusy ,Adli, Veny, Devy, Rony, Alvien, Cak Sandi, leny, Haris, Amal, Dicky, dan segenap penghuni Sekertariat PLH SIKLUS ITS terimakasih atas dukungan dan bantuannya
12. Roni, Dhimas, Vanya, Agung , Gita, Hauna, Andis, Riyan, Galang, Genis, Tagor dan Lenong. teman sepegunungan dan melepas penat di semesta yang indah

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan. Harapannya pembaca dapat mengambil ilmu yang ada dan memberi saran atau kritik untuk kemajuan teknologi di masa yang akan datang.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit	7
2.1.1 Serat	10
2.2 Microstructure	12
2.3 Polypropylene	13
2.4 Ampas Tebu	16
2.5 Bambu Betung	18
2.6 Koefisien Serap Bunyi	20
2.7 SEM (Scanning Electron Microscope)	26
2.8 FTIR (Fourier Transmission Infra Red).....	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	33
3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian.....	34
3.2.1 Bahan Penelitian	34
3.2.2 Peralatan Penelitian.....	36
3.3 Variabel Penelitian.....	40

3.4 Rancangan Penelitian	41
3.5 Pelaksanaan Penelitian	41
3.5.1 Persiapan Bahan	41
3.5.1.1 Pengolahan Serat Ampas Tebu	41
3.5.1.2 Pengolahan Serat Bambu Betung.....	42
3.5.1.3 Persiapan Matriks PolyPropylene	42
3.5.1.4 Pembuatan Cetakan.....	43
3.5.1.5 Pembuatan Komposit	43
3.5.1.6 Pembongkaran Spesimen	44
3.5.2 Proses Pengujian	44
3.5.2.1 Pengujian Koefisien Serap Suara	44
3.5.2.2 Pengujian SEM.....	45
3.5.2.3 Pengujian FTIR	47

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Komposit Polypropylene Berpenguat Serat	49
4.2 Hasil Analisa Pengujian FTIR Pada komposit T/B%PP	50
4.3 Pengujian Densitas	54
4.4 Morfologi dari Komposit T/B-%pp.	55
4.5 Koefisien Serap Suara dari Komposit T/B-%PP	58

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	66

DAFTAR PUSTAKA	xix
LAMPIRAN	xxiii
BIOGRAFI.....	xxxi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema pembentukan komposit.....	8
Gambar 2.2	Polypropylene Random Copolymer r2000, pp raw material	14
Gambar 2.3	Monomer Propylene.....	14
Gambar 2.4	Struktur Molekul Polypropylene.....	15
Gambar 2.5	Serat Ampas Tebu	17
Gambar 2.6	SEM serat ampas tebu	17
Gambar 2.7	Serat Bambu Betung.....	19
Gambar 2.8	SEM serat ampas tebu	19
Gambar 2.9	Pemantulan dan penyerapan bunyi dari media akustik	23
Gambar 2.10	Grafik koefisien Serap Suara	24
Gambar 2.11	Skematik Cara Kerja SEM	25
Gambar 2.12	Skema Cara Kerja SEM.....	26
Gambar 3.1	Diagram Alir.....	33
Gambar 3.2	Serat Ampas Tebu	34
Gambar 3.3	Serat Bambu Betung.....	34
Gambar 3.4	Polypropilene.....	34
Gambar 3.5	Air	35
Gambar 3.6	NaOH.....	35
Gambar 3.7	Cetakan	36
Gambar 3.8	Timbangn.....	36
Gambar 3.9	Nampan Oven.....	37
Gambar 3.10	Seng Lembaran	38
Gambar 3.11	Oven.....	39
Gambar 3.12	Rangkaian Alat Uji Absorbsi Suara	44
Gambar 3.13	Dimensi Spesimen Uji Absorbsi Suara ...	44
Gambar 3.14	Alat SEM	45
Gambar 3.15	Dimensi Spesimen Uji SEM	46
Gambar 3.16	Skema Alat FTIR	48

Gambar 3.17	Dimensi Spesimen Uji FTIR	48
Gambar 4.1	Spesimen Uji Absorpsi Suara	49
Gambar 4.2	Grafik FTIR benda uji A.....	50
Gambar 4.3	Grafik FTIR benda uji B.....	51
Gambar 4.4	Grafik FTIR benda uji C.....	52
Gambar 4.5	Grafik perbandingan FTIR	53
Gambar 4.6	Perbandingan densitas	55
Gambar 4.7	hasil SEM pp 80% B 15% - T 5 % perbesaran 500x dan 1000x.....	56
Gambar 4.8	hasil SEM pp 80% B 5% - T 15 % perbesaran 500x dan 1000x.....	56
Gambar 4.9	Grafik Hasil Pengujian Absorpsi Suara	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Serat Dan Spesifikasi.....	12
Tabel 2.2 Perbandingan Sifat Polymer.....	16
Tabel 2.3 Kandungan Lignoselulosa Pada Baggase.....	18
Tabel 2.4 Koefisiens Penyerapan Dari Material Akustik	21
Tabel 2.5 Perbandingan Keuntungan SEM dan MO	26
Tabel 2.6 Persyaratan Yang Harus Dipenuhi Untuk Sampel Uji SEM	28
Tabel 2.7 Daerah Spektrum Infra Merah	29
Tabel 3.1 Rancangan penelitian	40
Tabel 4.1 Data pengujian koefisien absorpsi suara	49
Tabel 4.2. Tabel Hasil Pengujian FTIR A.....	51
Tabel 4.3. Tabel Hasil Pengujian FTIR B.....	52
Tabel 4.4. Tabel Hasil Pengujian FTIR C.....	53
Tabel 4.5 Massa Jenis Komposit.....	54
Tabel 4.6 Massa Jenis Bahan.....	55

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya teknologi, kebisingan merupakan salah satu masalah yang sangat penting untuk diatasi, karena jelas mengganggu aktivitas maupun kesehatan pada manusia. Salah satu cara untuk mencegah perambatan/radiasi kebisingan pada komponen/struktur mesin, ruangan/bangunan serta dalam kebisingan industri ialah dengan penggunaan material akustik yang bersifat menyerap atau meredam bunyi sehingga bising yang terjadi dapat direduksi. Saat ini, penerapan ilmu material di bidang komposit terus berkembang. Material komposit merupakan salah satu aplikasi yang banyak dimanfaatkan sebagai aplikasi pengganti logam, bahan bangunan, komponen otomotif, penahan panas, penyerap suara, dan lain-lain. (Egan, 2005). Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi kebisingan tersebut yaitu dengan cara pembuatan peredam suara. Adapun jenis bahan peredam suara yang telah ada yaitu bahan berpori, resonator dan panel. Dari ketiga jenis bahan tersebut, bahan berporilah yang sering dipakai untuk mengurangi kebisingan pada ruang yang sempit. Hal ini karena bahan berpori relatif lebih murah dan ringan dibanding jenis peredam lain (Lee, 2003).

Penelitian ataupun pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang pembuatan material komposit di Indonesia untuk memenuhi bermacam-macam kebutuhan telah banyak dilakukan baik dari kalangan pendidikan maupun perindustrian. Setelah ditemukannya berbagai macam serat sintesis yang dibuat secara kimiawi, kini para



ilmuwan berlomba-lomba beralih melakukan penelitian pada serat alam.

Serat ampas tebu (*bagasse*) merupakan salah satu serat alam yang bisa dimanfaatkan. Serat ini sering menjadi limbah organik yang banyak dihasilkan oleh pabrik pengolahan gula tebu di Indonesia. Serat ini tidak membahayakan kesehatan, dapat terdegradasi secara alami (*biodegradability*) sehingga nantinya dengan pemanfaatan sebagai serat penguat komposit mampu mengatasi permasalahan lingkungan dalam industri pengolahan tebu menjadi gula, ampas tebu yang dihasilkan jumlahnya dapat mencapai 90% dari setiap tebu yang diolah (Hartono dan Sujatmiko, 2008). Oleh karena itu serat ampas tebu dapat dijadikan alternatif bahan baku, di samping bahan baku yang sangat melimpah, ampas tebu dapat mengurangi bahan baku sintesis yang harganya mahal dalam bidang industri pemanfaatan serat sebagai material penyerap suara, selain itu serat ampas tebu ramah lingkungan dan mudah pengolahannya.

Bambu betung atau *Dendrocalamus asper* adalah salah satu jenis bambu yang memiliki ukuran lingkaran batang yang cukup besar dan termasuk ke dalam suku rumput-rumputan. Bambu merupakan bahan baku yang memiliki sifat mekanis yang baik dan berpotensi digunakan sebagai bahan penyerap suara. Hal tersebut memungkinkan bambu untuk digunakan sebagai material yang kuat tapi ringan dalam campuran komposit serat sebagai material penyerap suara.

Dengan penambahan serat bambu betung pada serat ampas tebu dengan menggunakan matriks *polipropylene* nantinya diharapkan akan suatu produk material komposit



yang bisa digunakan sebagai bahan penyerap suara dan memiliki sifat mekanik yang baik. Sehingga memberikan sumbangsih bagi pemerintah Indonesia karena dengan ditemukannya alternatif baru bahan komposit penyerap suara pengganti serat sintetis yang kebanyakan masih mengimpor dari luar negeri, sehingga dapat mengurangi permintaan serat sintetis oleh kalangan perindustrian di Indonesia. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukanlah penelitian mengenai sifat akustik komposit serat ampas tebu dan bambu betung dengan matriks *polypropylene*.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang terdapat dalam penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana hubungan komposisi serat ampas tebu dan serat bambu betung menggunakan matriks *polpropylene* pada komposit serat terhadap nilai koefisien absorpsi suara?
2. Bagaimana hubungan komposisi serat ampas tebu dan serat bambu betung dengan menggunakan matriks *polypropylene* pada komposit serat terhadap morfologinya?
3. Bagaimana pengaruh pencampuran komposit serat bambu dan ampas tebu dengan matriks *polypropylene* terhadap ikatan kimianya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Menganalisa nilai koefisien absorpsi suara terbaik dengan mengkombinasikan serat ampas tebu dan serat bambu betung dengan menggunakan matriks



polypropylene pada komposit.

2. Menganalisa morfologi komposit berpenguat serat natural dengan mengkombi-nasikan serat ampas tebu dan serat bambu betung dengan menggunakan matriks *polypropylene* pada komposit.
3. Menganalisa ikatan yang terjadi antara serat bambu betung, ampas tebu dan matriks *polypropylene* pada variasi komposisinya sebagai material penyerap suara.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

1. Pengotor pada saat penelitian dianggap tidak ada.
2. Kadar uap air serta gas yang ada pada atmosfer dianggap tidak berpengaruh.
3. Tidak melibatkan reaksi kimia antara matriks dengan fiber.
4. Distribusi serat dianggap merata.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Memanfaatkan limbah organik yang ada dan memberikan nilai guna yang lebih.
2. Menciptakan alternatif baru bahan komposit penyerap suara pengganti serat sintetis yang murah.
3. Menjadi rujukan dalam penelitian dan pengembangan lebih lanjut material komposit



penyerap suara dengan serat ampas tebu dan serat bambu betung.

4. Meningkatkan perekonomian Indonesia dan Indonesia yang lebih ramah lingkungan dengan material komposit.



(Halaman Ini Sengaja Di Kosongkan)

N BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Komposit

Material komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Material komposit memiliki sifat mekanik yang lebih bagus dari pada logam, memiliki kekuatan bisa diatur yang tinggi (*taiilorability*), memiliki kekuatan lelah (*fatigue*) yang baik, memiliki kekuatan jenis (*strength/weight*) dan kekakuan jenis (*modulus Young/density*) yang lebih tinggi daripada logam, tahan korosi, memiliki sifat isolator panas dan suara, serta dapat dijadikan sebagai penghambat listrik yang baik, dan dapat juga digunakan untuk menambal kerusakan akibat pembebanan dan korosi (Sirait, 2010).

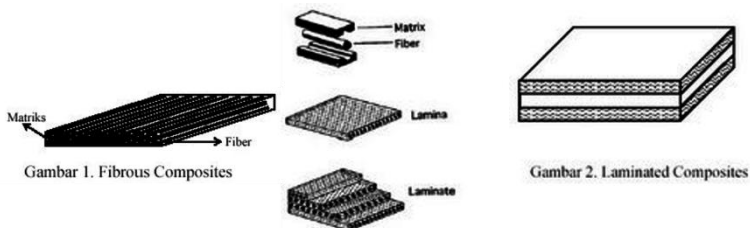
Komposit juga merupakan bahan hibrida yang terbuat dari resin polimer atau matriks lain diperkuat dengan serat, menggabungkan sifat-sifat mekanik dan fisik. Komposit juga diartikan sebagai suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda (Rijswijk,2001). Komposit adalah material multiphase, namun kebanyakan komposit tersusun dari 2 fasa, dimana salah satu penyusunnya disebut dengan nama matrik yang secara kontinyu mengisolasi fasa lainnya atau biasa disebut reinforce. Karena karakteristik pembentuknya berbeda-beda, maka akan dihasilkan material baru yaitu komposit yang mempunyai sifat mekanik dan kareakteristik yang berbeda dari material pembentuknya.



Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda, yaitu :

1. Penguat (reinforcement) : bahan penyusun yang mempunyai sifat kurang ductile tetapi lebih rigid serta lebih kuat
2. Matriks : bahan penyusun yang umumnya lebih ductile namun mempunyai kekuatan dan rigiditas yang lebih rendah

Ilustrasi ikatan dan sifat fisik komposit dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema pembentukan komposit
(Sumber: K. van Rijswijk, et.al, 2001)

Bahan komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut. (William,, J.C.; et al. 2003)

Ada tiga faktor yang menentukan sifat-sifat dari material komposit, yaitu:

1. Material pembentuk. Sifat-sifat intrinsik material pembentuk memegang peranan yang sangat penting terhadap pengaruh sifat kompositnya .



2. Susunan struktural komponen. Dimana bentuk serta orientasi dan ukuran tiap-tiap komponen penyusun struktur dan distribusinya merupakan faktor penting yang memberi kontribusi dalam penampilan komposit secara keseluruhan.
3. Interaksi antar komponen. Karena komposit merupakan campuran atau kombinasi komponen-komponen yang berbeda baik dalam hal bahannya maupun bentuknya, maka sifat kombinasi yang diperoleh pasti akan berbeda (Sirait, 2010).

Material komposit mempunyai beberapa keuntungan diantaranya:

1. Bobotnya ringan
2. Mempunyai kekuatan dan kekakuan yang baik
3. Biaya produksi murah
4. Tahan korosi

Material komposit terdiri dari dua buah penyusun yaitu filler (bahan pengisi) dan matrik. Adapun definisi dari keduanya adalah sebagai berikut:

1. *Filler* adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk. Serat yang sering digunakan dalam pembuatan komposit antara lain serat E-Glass, Boron, Carbon dan lain sebagainya. Bisa juga dari serat alam antara lain serat kenaf, jute, rami, cantula dan lain sebagainya.
2. *Matriks* bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. *Matriks* secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. *Matriks* memiliki fungsi:

1. Mengikat serat menjadi satu kesatuan struktur



2. Melindungi serat dari kerusakan akibat kondisi lingkungan
3. Mentransfer dan mendistribusikan beban ke serat
4. Menyumbangkan beberapa sifat seperti, kekakuan, ketangguhan dan tahanan listrik. (Gibson,1994).

2.1,1 Serat

Serat merupakan bahan yang kuat. Diameter serat antara 0,01-10 μ m dengan perbandingan panjang dan diameter (L/d) atau biasa disebut *aspect ratio*. Ukuran serat menentukan kemampuan bahan komposit menerima gaya. Karena serat yang terutama menahan gaya luar, ada dua hal yang membuat serat menahan gaya yaitu:

1. Perekatan (bonding) antara seart dan matriks (intervarsial bonding) sangat baik dan kuat, sehingga tidak mudah lepas dari matriks (debonding)
2. Kelangsingan (aspect ratio) yaitu perbandingan antara panjang serat dan diameter serat yang cukup besar.

Ukuran serat menentukan kemampuan bahan komposit menerima gaya atau gaya luar. Semakin panjang ukuran serat maka semakin efisien dalam menerima gaya searah serat, dan juga akan menghilangkan kemungkinan retak sepanjang batas antarmuka serat dengan matriks sehingga serat mencegah cacat permukaan (Godlief, 2011). Pencampuran yang biasa paling banyak ditemui ialah dengan mencampurkan bahan serat ke dalam matriks. Komposit guna meningkatkan kekuatan dari bahan dasarnya tanpa membentuk ikatan kimia.

Arah serat penguat menntukan kekuatan komposit, arah serat sesuai dengan arah kekuatan maksimum. Arah serat



mempengaruhi jumlah serat yang dapat diisikan ke dalam matriks. Makin cermat penataannya, makin banyak penguat dapat dimasukkan. Bila sejajar berpeluang sampai 90%, bila separuh separuh saling tegak lurus peluangnya 75%, dan tatanan acak hanya berpeluang pengisian 15 sampai 50%. Hal tersebut menentukan optimum saat komposit maksimum (Surdia, 1995).

Komposit yang diperkuat dengan serat dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu:

- Komposit serat pendek (*short fiber composite*)
Berdasarkan arah orientasi material komposit yang diperkuat dengan serat pendek dapat dibagi lagi menjadi dua bagian yaitu serat acak (*inplane random orientasi*) dan serat satu arah.
- Komposit serat panjang (*long fiber composite*)
Keistimewaan komposit serat panjang adalah lebih mudah diorientasikan, jika dibandingkan dengan serat pendek. Secara teoritis serat panjang dapat menyalurkan pembebanan atau tegangan dari suatu titik pemakaiannya.

Perbedaan serat panjang dan serat pendek yaitu serat pendek dibebani secara tidak langsung atau kelemahan matriks akan menentukan sifat dari produk komposit tersebut yakni jauh lebih kecil dibandingkan dengan besaran yang terdapat pada serat panjang. (Surdia, 1995)

Komposit berpenguat serat memiliki beberapa keuntungan sebagai berikut:

- Memiliki perbandingan panjang dengan diameter (*aspect ratio*) yang besar. Hal ini menggambarkan bahwa bila digunakan sebagai penguat dalam komposit, serat akan



memiliki luas daerah kontak yang luas dengan matriks dibanding bila menggunakan penguat lain. Dengan demikian diharapkan akan terbentuk ikatan yang baik antara serat dengan matriks.

- "Size effect". Serat memiliki ukuran yang kecil sehingga jumlah cacat per satuan volume serat akan lebih kecil dibandingkan material lain. Dengan demikian serat akan memiliki sifat mekanik yang baik dan konsisten.
- Serat memiliki densitas yang rendah sehingga memiliki sifat mekanik spesifik (sifat mekanik per satuan densitas) yang tinggi.
- Fleksibilitas serat dan diameternya yang kecil membuat proses manufaktur serat menjadi mudah.

Berikut beberapa contoh serat serta spesifikasi yang dimiliki:

Tabel 2.1 Contoh serat dan spesifikasi

Fibre	Density ρ (Mg m ⁻³)	Young's modulus E (GPa)	Poisson's ratio ν	Tensile strength σ_t (GPa)	Failure strain ϵ_f (%)	Thermal expansivity α (10 ⁻⁶ K ⁻¹)	Thermal conductivity K (W m ⁻¹ K ⁻¹)
SiC monofilament	3.0	400	0.20	2.4	0.6	4.0	10
Boron monofilament	2.6	400	0.20	4.0	1.0	5.0	38
HM ^a carbon	1.95	axial 380 radial 120	0.20	2.4	0.6	axial -0.7 radial 10	axial 105
HS ^b carbon	1.75	axial 230 radial 20	0.20	3.4	1.1	axial -0.4 radial 10	axial 24
E-glass	2.56	76	0.22	2.0	2.6	4.9	13
Nicalon TM	2.6	190	0.20	2.0	1.0	6.5	10
Kevlar TM 49	1.45	axial 130 radial 10	0.35	3.0	2.3	axial -6 radial 54	axial 0.04
FP TM fibre	3.9	380	0.26	2.0	0.5	8.5	8
Sufl TM	3.4	300	0.26	2.0	0.7	7.0	5
SiC whisker	3.2	450	0.17	5.5	1.2	4.0	100
Cellulose (flax)	1.0	80	0.3	2.0	3.0	—	—

^a High modulus

^b High strength



2.2 *Microstructure*

Ketika menjelaskan struktur material, kita membuat perbedaan antara struktur Kristal dan struktur mikro. Istilah ‘struktur kristal’ digunakan untuk menggambarkan rata-rata posisi atom dalam sel satuan dan benar-benar spesifikasi oleh jenis kisi dan kordinat dari atom.

Struktur mikro terbentuk melalui berbagai proses yang berbeda. Struktur Mikro hampir selalu dihasilkan ketika bahan mengalami transformasi fase yang disebabkan oleh perubahan temperatur atau tekanan (misalnya lelehan yang mengkristal ke solid pada pendinginan). struktur Mikro dapat dibuat melalui deformasi atau pengolahan bahan (misalnya bergulir, menekan, pengelasan). Pada akhirnya, struktur mikro dapat dibuat secara artifisial dengan menggabungkan bahan yang berbeda untuk membentuk material komposit (misalnya serat karbon yang diperkuat plastik).

Struktur mikro dapat diamati dengan menggunakan Berbagai tekniik mikroskop, fitur mikrostruktur dari bahan tertentu dapat bervariasi ketika diamati pada skala panjang berbeda. Untuk alasan ini sangat penting mempertimbangkan skala panjang pengamatan ketika menggambarkan struktur mikro material.

2.3 *Poly Propylene*

Polipropilena atau polipropena (PP) adalah sebuah polimer termo-plastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya pengemasan, tekstil (contohnya tali, pakaian dalam termal, dan karpet), alat tulis, berbagai tipe wadah terpakaikan ulang serta bagian plastik, perlengkapan laboratoriu m, pengeras suara, komponen otomotif, dan uang kertas polimer. Polimer adisi

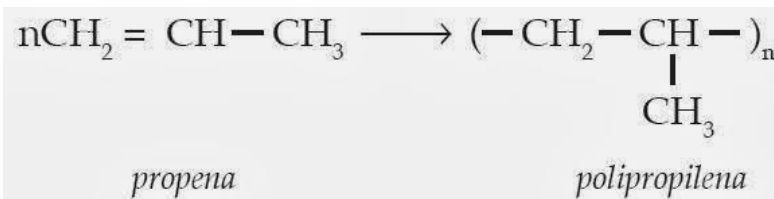


yang terbuat dari propilena monomer, permukaannya tidak rata serta memiliki sifat resistan yang tidak biasa terhadap kebanyakan pelarut kimia, basa dan asam, Pengolahan lelehnya polipropilena bisa dicapai melalui ekstrusi dan pencetakan. Metode ekstrusi (peleleran) yang umum menyertakan produksi serat pintal ikat (spun bond) dan tiup (hembus) leleh untuk membentuk gulungan yang panjang.

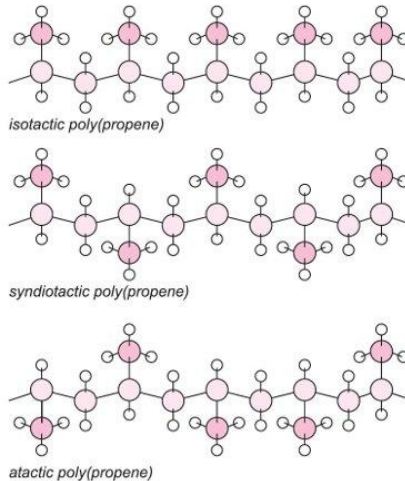
Molekul propena adalah asimetris, dan, ketika dipolimerisasi, dapat membentuk tiga struktur rantai dasar tergantung pada posisi kelompok metil: keduanya stereoregular (isotaktis dan sindiotaktik) dan yang ketiga tidak memiliki struktur yang teratur dan disebut ataktik seperti yang ditunjukkan diagram bawah:



Gambar 2.2 Polypropylene Random Copolymer r200p, pp raw material



Gambar 2.3 Monomer Propylene



Gambar 2.4 struktur molekul Poly propylene

Polypropylene memiliki sifat elektrik yang bagus, kelembaman kimia, serta ketahanan lembab seperti kebanyakan polymer hidrocarbon. Namun polypropylene kurang stabil jika dibandingkan dengan polyethylene ditinjau dari ketahanan panas, cahaya, dan gangguan oksidasi dan harus distabilkan dengan *antioxidant* dan penyerap cahaya ultraviolet untuk mendapat hasil yang memuaskan (Fred W. Billmeyer, Jr, 1970).



Tabel 2.2 Perbandingan sifat polymer thermoset dan thermoplastic

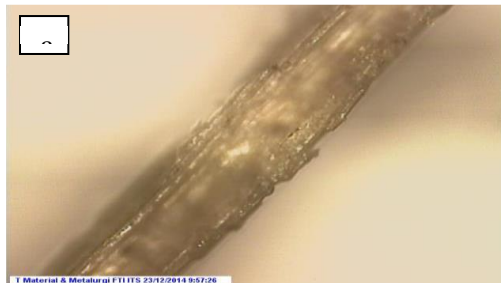
Property	Thermosets		Thermoplastics		
	epoxy resins	polyester resins	Nylon 6.6	polypropylene	PEEK
Melting temperature (°C)	—	—	265	164	334
Distortion temperature (°C)	50-200	50-110	120-150	80-120	150-200
Shrinkage on curing (%)	1-2	4-8	—	—	—
Water absorption (24h @ 20 °C) (%)	0.1-0.4	0.1-0.3	1.3	0.03	0.1
Chemical resistance	Good, attacked by strong acids	Attacked by strong acids and alkalis	Good, attacked by strong acids	Excellent	Excellent

2.4 Ampas Tebu

Tebu (*Saccharum officinarum*) adalah tanaman yang ditanam untuk bahan baku gula. Tanaman ini hanya dapat tumbuh di daerah beriklim tropis. Tanaman ini termasuk jenis rumput-rumputan. Umur tanaman sejak ditanam sampai bisa dipanen mencapai kurang lebih 1 tahun. Di Indonesia tebu banyak dibudidayakan di pulau Jawa dan Sumatra (Anonim, 2007). Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*saccharum oficinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada Industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*). Berdasarkan bahan kering, ampas tebu adalah terdiri dari unsur C (*carbon*) 47 %, H (*Hydrogen*) 6,5 %, O (*Oxygen*) 44 % dan abu (*Ash*) 2,5 %. Menurut rumus Pritzelwitz (Hugot, 1986)



Gambar 2.5 Ampas tebu



Gambar 2.6.SEM serat ampas tebu (Farid, dkk. 2015)

Ampas ini sebagian besar mengandung bahan lignoselulosa. Bagasse mengandung air 48-52%, gula rata-rata 3,3%, dan serat rata-rata 47,7%. Serat *Bagasse* sebagian besar terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin serta tidak dapat larut dalam air. Menurut Lavarack *et al.* (2002) *bagasse* merupakan hasil samping proses pembuatan gula tebu (*sugarcane*) mengandung residu berupa serat, minimal 50% *bagasse* diperlukan sebagai bakar *boiler*, sedangkan 50% sisanya hanya ditimbun sebagai buangan yang memiliki nilai ekonomi rendah. Penimbunan *bagasse* dalam kurun waktu tertentu akan menimbulkan permasalahan bagi pabrik. Mengingat bahan ini berpotensi mudah terbakar mengotori lingkungan sekitar, dan menyita lahan yang cukup luas untuk



penyimpanannya. Potensi *bagasse* di Indonesia sangat melimpah khususnya di luar pulau jawa. Menurut Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) tahun 2008,

Besarnya jumlah *bagasse* yang belum dimanfaatkan mendorong para peneliti untuk mengembangkan potensi *bagasse* agar memiliki nilai ekonomi. Berikut kandungan lignoselulosa pada *bagasse* (Howard, *et al.* 2003):

Tabel 2.3 Kandungan lignoselulosa pada *bagasse*

Nama Bahan	Jumlah (%)
Selulosa	33.4
Hemiselulosa	30
Lignin	36.6

2.5 Bambu Betung

Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) ialah bambu yang amat kuat, dengan jarak ruas pendek, tetapi memiliki dinding yang tebal sehingga tidak begitu liat. Garis tengah bambu betung 80-130 mm, panjang batang 10-20 m. Bambu ini sering ditanam dan tumbuh pada daerah ketinggian 1900 mdpl. (Fahmi, 2011)

Bambu betung memiliki serat yang panjang yaitu 4,69 mm. Serat yang panjang ini akan membantu terbentuknya jalinan ikatan antar serat yang lebih baik sehingga memiliki kekuatan yang tinggi dan tidak mudah ditembus oleh cahaya (Widya dan Euis, 2008; Haygreen dan Bowyer, 1996). Tebal dinding serat dari bambu betung tipis yaitu 0,009 mm akan memudahkan serat untuk melembek dan menjadi pipih sehingga memberikan permukaan yang luas bagi terjadinya ikatan antar serat, akibatnya kekuatan tariknya tinggi (Casey 1980, Widya dan Euis, 2008). Bambu betung memiliki nilai *slenderness* (Perbandingan antara diameter lumen dengan



diameter serat) yang tinggi, sehingga sifat lentur serat akan semakin besar akibatnya pembentukan ikatan antar serat akan lebih baik (Tamolang dan Wangaard 1961).



Gambar 2.7 Serat bambu betung



Gambar 2.8 Sem serat tebu (Farid, dkk. 2015)

Bambu betung memiliki prosentase zat terlarut dalam etanol benzena sebesar 0,91 % yang dengan kata lain sangat rendah. Akan tetapi prosentase zat terlarut dalam NaOH 1M tinggi yaitu sebesar 24,06 % . Zat terlarut dalam alkohol benzena antara lain resin, lemak, lilin dan tanin, sedangkan zat terlarut pada NaOH ialah lignin, pentosan dan heksosan. Kehadiran zat ekstraktif yang berupa minyak dan lemak akan mengurangi kekuatan ikatan antar serat, memperbesar konsumsi alkali dan memperlambat delignifikasi (Widya dan Euis, 2008). Sedangkan kehadiran zat lignin mengakibatkan



sifat kegetasan serta menyebabkan resin tidak meresap sepenuhnya pada serat bambu sehingga ikatan antara serat dan matriks tidak cukup kuat dan mempengaruhi kekuatannya ketika pengujian tarik dilakukan (Arfie, 2010).

Kadar holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) pada Bambu Betung juga tinggi yaitu 83,8%. Selulosa yang tinggi mengindikasikan serat yang kuat, warna pulp lebih putih, relatif tahan terhadap bahan kimia dalam pemisahan dan pemurniannya serta tidak larut dalam pelarut organik netral dan air (Casey 1980 *dalam* Wardoyo 2001). Hemiselulosa yang tinggi menyebabkan serat bersifat lebih fleksibel yang penting dalam proses penggilingan, seratnya lebih mengambang dan plastis karena daya serap airnya tinggi. Serat yang plastis menyebabkan luas permukaan yang tinggi pada waktu pembentukan pulp. (Widya dan Euis, 2008)

2.6 Koefisien Serap Bunyi

Penyerap jenis berserat adalah penyerap yang paling banyak dijumpai, sebagai contoh jenis selimut mineral *wool* (*rockwool* atau *glasswool*). Penyerap jenis ini mampu menyerap bunyi dalam jangkauan frekuensi yang lebar dan lebih disukai karena tidak mudah terbakar. Namun kelemahannya terletak pada model permukaan yang berserat sehingga harus digunakan dengan hati-hati agar lapisan serat tidak rusak/cacat dan kemungkinan terlepasnya serat-serat halus ke udara karena usia pemakaian. Penyerap dari bahan berserat dipasarkan dari berbagai ketebalan dan kerapatan sehingga yang paling sesuai dengan frekuensi bunyi yang hendak diserap. Sebagai gambaran umum untuk menyerap bunyi frekuensi rendah diperlukan penyerap berserat dalam ketebalan yang lebih bila dibandingkan dengan untuk



menyerap suara berfrekuensi tinggi. Sebagai contoh bila untuk suara berfrekuensi tinggi dibutuhkan ketebalan 30 mm, maka untuk frekuensi rendah dibutuhkan ketebalan 75 mm sampai dengan 100 mm (Mediastika, 2009).

Untuk nilai koefisien penyerapan bunyi pada berbagai material dengan ketebalan tertentu dapat dilihat pada tabel 2.4 dibawah ini

Tabel 2.4 Koefisien penyerapan bunyi dari material akustik

Material	Frekwensi (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
<i>Gypsum board</i> (13 mm)	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
Kayu	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07
Gelas	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02
<i>Tegel geocoustic</i> (81 mm)	0.13	0.74	2.35	2.53	2.03	1.73
Beton yang dituang	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Bata tidak dihaluskan	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07
<i>Steel deck</i> (150 mm)	0.58	0.64	0.71	0.63	0.47	0.40

Sumber : Doelle, Leslie L, 1993.

Proses pemindahan daya bunyi dari suatu ruang tertentu, dalam mengurangi tingkat tekanan bunyi dalam volume tertentu, dikenal sebagai penyerapan bunyi. Proses ini berkaitan dengan penurunan jumlah energi bunyi dari udara yang menjalar hingga ia mengenai suatu media berpori atau fleksibel. Bagian energi terserap ketika gelombang bunyi dipantulkan darinya disebut dengan koefisien serapan bunyi dari material.

Bila suatu gelombang bunyi datang bertemu pada suatu permukaan batas yang memisahkan dua daerah dengan laju gelombang berbeda, maka gelombang bunyi tersebut akan

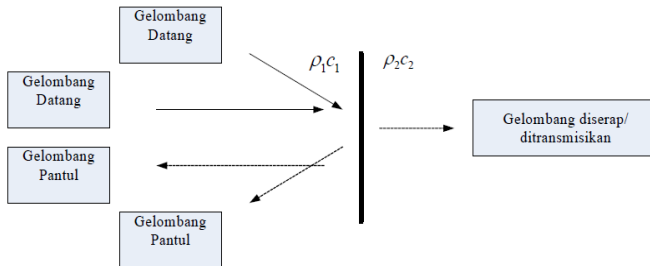


dipantulkan (R) dan diserap/ditransmisikan (α) dan kemungkinan yang terjadi adalah :

1. Dipantulkan semua ($R = 1$), artinya ketika gelombang bunyi datang dan dipantulkan kembali maka nilai efisiensi $R = 1$ atau koefisien pantul (R) adalah 1.
2. Ditransmisikan/diserap semua ($\alpha = 1$), artinya jika gelombang bunyi datang dan gelombang tersebut diserap semua maka nilai efisiensi $\alpha = 1$ atau koefisien serap (α) adalah 1.
3. Sebagian gelombang akan dipantulkan dan sebagian lagi akan ditransmisikan/diserap ($0 < \alpha < 1$).

Jika pada suatu media akustik terdapat dua material dengan sifat impedansi $\rho_1 c_1$ dan $\rho_2 c_2$ seperti pada gambar 2.6, dimana ρ adalah massa jenis material dan c adalah cepat rambat bunyi. Gelombang datang dari arah kiri merambat tegak lurus terhadap permukaan bahan. Jika $\rho_1 c_1$ lebih kecil dari $\rho_2 c_2$ kemudian energi dari gelombang datang tidak dapat ditransmisikan melewati dataran antar muka, setiap energi yang tersisa akan menjadi gelombang pantul. Sedangkan jika $\rho_1 c_1$ lebih besar dari $\rho_2 c_2$ dan energi dari gelombang

datang dapat ditransmisikan melewati dataran antar muka, setiap energi akan menjadi gelombang yang diserap. Jika $\rho_1 c_1$ sama besar dengan $\rho_2 c_2$ dan energy yang ada yang dapat ditransmisikan dan ada juga yang tidak dapat ditransmisikan maka sebagian akan menjadi gelombang pantul dan sebagian lagi akan menjadi gelombang yang diserap.



Gambar 2.9 Pemantulan dan penyerapan bunyi dari media akustik

Sehingga dapat disimpulkan bahwa:

1. $\rho_1 c_1 > \rho_2 c_2$ akan dipantulkan
2. $\rho_1 c_1 < \rho_2 c_2$ akan diserap
3. $\rho_1 c_1 = \rho_2 c_2$ akan diserap dan dipantulkan

Perbandingan antara energi suara yang diserap oleh suatu bahan dengan energi suara yang datang pada permukaan bahan tersebut didefinisikan sebagai koefisien absorpsi (α). Harga koefisien ini bergantung dari sifat material, frekuensi bunyi, dan sudut gelombang bunyi ketika mengenai permukaan material tersebut. Secara matematis dapat ditulis seperti rumus berikut :

$$\alpha = \text{Absorbed Sound Energy} / \text{Incident Sound Energy}$$

$$\alpha = 1 - [R]^2 = 1 - [Z_2 - \rho_1 c_1 / \rho_1 c_1 + Z_2]$$

dimana :

$$Z_2 = \rho_2 c_2 = \text{Applied force} / \text{Particle Velocity}$$

$$= \text{Impedansi pada bahan (kg/m}^2 \text{ s = rayls)}$$

$$\rho_1 = \text{Kerapatan udara (kg/m}^3 \text{)}$$

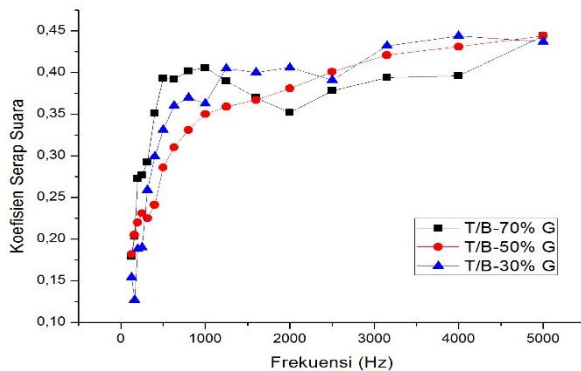
$$\rho_2 = \text{Kerapatan bahan}$$

$$C_1 = \text{Cepat rambat bunyi di udara (m/s)}$$

$$C_2 = \text{Cepat rambat bunyi pada bahan (m/s)}$$



Dengan R adalah koefisien refleksi suara, yang didefinisikan sebagai perbandingan tekanan gelombang suara yang dipantulkan terhadap tekanan gelombang suara yang datang. Persamaan tersebut menggunakan asumsi bahwa tidak ada suara yang ditransmisikan atau diteruskan, sehingga di dapat grafik sebagai berikut:

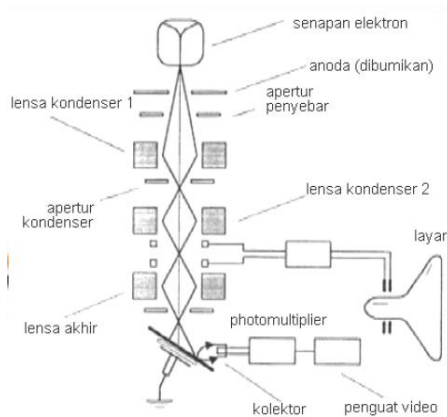


Gambar 2.10 : Grafik koefisien serap suara komposit T/B-%G (Farid, dkk. 2015)

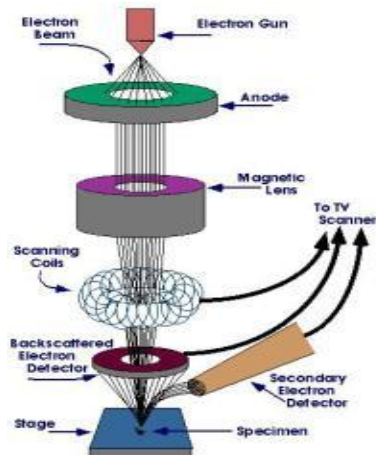
2.7 SEM (*Scanning Electron Microscope*)

SEM terdiri dari sebuah senapan elektron yang memproduksi berkas elektron pada tegangan dipercepat sebesar 2 – 30 kV. Berkas elektron tersebut dilewatkan pada beberapa lensa elektromagnetik untuk menghasilkan gambar berukuran $< \sim 10\text{nm}$ pada sampel yang ditampilkan dalam bentuk film fotografi atau ke dalam tabung layar. (Trewin, 1988)

Diagram skematik dan cara kerja SEM digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.11 Skematik fungsi dasar dan cara kerja SEM.
(sumber : *lib.itenas.ac.id*)



Gambar 2.12 Skema cara kerja SEM.

(sumber: iastate.edu)

Pengamatan dengan *Scanning Electron Microscope* perbandingan antara perbesarannya terhadap microscope optik ditunjukkan pada tabel 2.4

Tabel 2.5 Perbandingan Keuntungan SEM terhadap OM

Microscope (jenis)	Depth of Field	Resolusi	Perbesaran range	
Optical Microscope	15.5 μ m–0.19 μ m	~0.2 μ m	4x –1000x	
SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>)	4mm–0.4 μ m	1-10nm	10x – 3000000x	–



Aplikasi SEM :

- Mengamati struktur maupun bentuk permukaan yang berskala lebih halus
- Dapat mendeteksi unsur dalam material.
- Permukaan yang diamati harus penghantar elektron

SEM mempunyai depth of field yang besar, yang dapat memfokus jumlah sampel yang lebih banyak pada satu waktu dan menghasilkan bayangan yang baik dari sampel tiga dimensi. SEM juga menghasilkan bayangan dengan resolusi tinggi, yang berarti mendekati bayangan yang dapat diuji dengan perbesaran tinggi.

Kombinasi perbesaran yang lebih tinggi, darkfield, resolusi yang lebih besar, dan komposisi serta informasi kristallografi membuat SEM merupakan satu dari peralatan yang paling banyak digunakan dalam penelitian R&D industri khususnya industri semikonduktor.

Bila SEM digunakan, kolom elektron-optik dan sampel chamber harus selalu pada kondisi vakum, karena :

1. Bila kolom ada gas di dalamnya maka elektron akan diskat oleh molekul gas yang menyebabkan intensitas dan stability beam akan berkurang
2. Molekul molekul gas lain, yang datang dari sampel atau dari mikroskop itu sendiri, dapat membentuk persenyawaan dan kondens pada sampel. Ini akan membuat kontras menjadi lebih rendah dan bayangan menjadi kabur



Preparasi Sampel dalam pengujian SEM yaitu :

Tabel 2.6 Persyaratan yang harus dipenuhi untuk sampel uji SEM

Persyaratan Sampel	
Kondisi	Keterangan
<i>Dry</i> (kering)	Bekerja pada keadaan keadaan vakum yang sangat tinggi
<i>Stable</i> (stabil)	Terkena tembakan elektron - elektron
<i>Conductive</i> (mengalirkan elektron)	Pencegahan terjadinya kelebihan muatan
<i>Secure</i> (Aman)	Gerakan dan transfer dari sampel

Pelapisan sampel (coating of samples) dilakukan terutama pada, sample organik (biological samples) yang sifatnya tidak menghantarkan elektron (non-conductive) maka dilakukan bombardir elektron, atau memberikan masukkan elektron agar dapat dilakukan pengujian dengan menggunakan SEM.

Tujuan dilakukannya Coating:

1. Meningkatkan konduktifitas sampel (*Increases conductivity of the sample*)
2. Mengurangi proses pembebanan elektron pada permukaan (*Produces a reduction in surface charging*)
3. Memberikan perlindungan terhadap bahaya radiasi (*Provides protection against radiation damage*)
4. Mengurangi massa yang berkurang dan kontaminasi (*Reduces mass loss and contamination*)



2.8 FTIR (*fourier Transmission Infra Red*)

Spektrometer adalah alat untuk mengukur transmitan atau absorban suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Sedangkan pengukuran menggunakan spektrofotometer ini, metoda yang digunakan sering disebut dengan spektrofotometri. (Basset,1994).

Spektrofotometri dapat dianggap sebagai perluasan suatu pemeriksaan visual dengan studi yang lebih mendalam dari absorpsi energi. Absorpsi radiasi oleh suatu sampel diukur pada berbagai panjang gelombang dan dialirkan oleh suatu perkam untuk menghasilkan spektrum tertentu yang khas untuk komponen yang berbeda. (Khopkar, 2003)

Salah satu jenis spektroskopi adalah spektroskopi infra merah (IR). spektroskopi ini didasarkan pada vibrasi suatu molekul. Spektroskopi inframerah merupakan suatu metode yang mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah panjang gelombang 0.75 - 1.000 μm atau pada bilangan gelombang 13.000 - 10 cm^{-1}

1

Tabel 2.7 Daerah spektrum infra merah

Tabel 1. daerah spektrum infra merah

Jenis	Panjang Gelombang	Interaksi	Bilangan Gelombang	Frekuensi (Hz)
Inframerah dekat	0,75 - 2,5 μm	Interaksi Ikatan	13.000 - 4.000 cm^{-1}	$3,8 \times 10^{14}$ - $1,2 \times 10^{14}$
Inframerah pertengahan	2,5 - 50 μm	Interaksi Ikatan	4.000 - 200 cm^{-1}	$1,2 \times 10^{14}$ - $6,0 \times 10^{12}$
Inframerah jauh	50 - 1.000 μm	Interaksi Ikatan	200 - 10 cm^{-1}	$6,0 \times 10^{12}$ - $3,0 \times 10^{11}$

Dari pembagian daerah spektrum elektromagnetik tersebut di atas, daerah panjang gelombang yang



sering digunakan pada alat spektroskopi inframerah adalah pada daerah inframerah pertengahan, yaitu pada panjang gelombang $2,5 - 50 \mu\text{m}$ atau pada bilangan gelombang $4.000 - 200 \text{ cm}^{-1}$. Daerah tersebut adalah cocok untuk perubahan energi vibrasi dalam molekul. Daerah inframerah yang jauh ($400 - 10 \text{ cm}^{-1}$, berguna untuk molekul yang mengandung atom berat, seperti senyawa anorganik tetapi lebih memerlukan teknik khusus percobaan. Senyawa kimia tertentu (hasil sintesa atau alami) mempunyai kemampuan menyerap radiasi elektromagnetik dalam daerah spectrum inframerah. Absorpsi radiasi IR pada material tertentu berkaitan dengan fenomena bergetarnya molekul atau atom. Metode Spektroskopi inframerah ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa yang belum diketahui, karena spektrum yang dihasilkan spesifik untuk senyawa tersebut. Metode ini banyak digunakan karena:

- Cepat dan relatif murah
- Dapat digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsional dalam molekul

Prinsip kerja spektrofotometer infra merah adalah sama dengan spektrofotometer yang lainnya yakni interaksi energi dengan suatu materi. Spektroskopi inframerah berfokus pada radiasi elektromagnetik pada rentang frekuensi $400 - 4000 \text{ cm}^{-1}$ (wavelength), yang merupakan ukuran unit untuk frekuensi. Untuk menghasilkan spektrum inframerah, radiasi yang mengandung semua frekuensi di wilayah IR dilewatkan melalui sampel, Kemudian frekuensi yang diserap muncul sebagai penurunan sinyal yang terdeteksi. Informasi ini ditampilkan sebagai spektrum radiasi dari % ditransmisikan menjadi *wave number*. Spektroskopi inframerah sangat berguna untuk analisis kualitatif (identifikasi) dari senyawa organik karena spektrum



yang unik yang dihasilkan oleh setiap organik zat dengan puncak struktural yang sesuai dengan fitur yang berbeda.

Selain itu, masing-masing kelompok fungsional menyerap sinar inframerah pada frekuensi yang unik. Sebagai contoh, sebuah gugus karbonil, $C = O$, selalu menyerap sinar inframerah pada 1670-1780 cm^{-1} meregangkan. (Silverstein, 2002)

Teknik spektroskopi IR digunakan untuk mengetahui gugus fungsional mengidentifikasi senyawa, menentukan struktur molekul, mengetahui kemurnian dan mempelajari reaksi yang sedang berjalan. Senyawa yang dianalisa berupa senyawa organik maupun anorganik. Hampir semua senyawa dapat menyerap radiasi inframerah. (Mudzakir, 2008)

Tidak ada pelarut yang sama sekali transparan terhadap sinar IR, maka cuplikan dapat diukur sebagai padatan atau cairan murninya. Cuplikan padat digerus pada mortar kecil bersama Kristal KBr kering Dalam jumlah sedikit (0,5-2 mg cuplikan sampai 100 mg KBr kering) campuran tersebut dipres diantara 2 sekrup memakai kunci kemudian kedua sekrupnya dan baut berisi tablet cuplikan tipis diletakkan di tempat sel spektrofotometer infrared dengan lubang mengarah ke sumber radiasi (Hendayana, 1994)



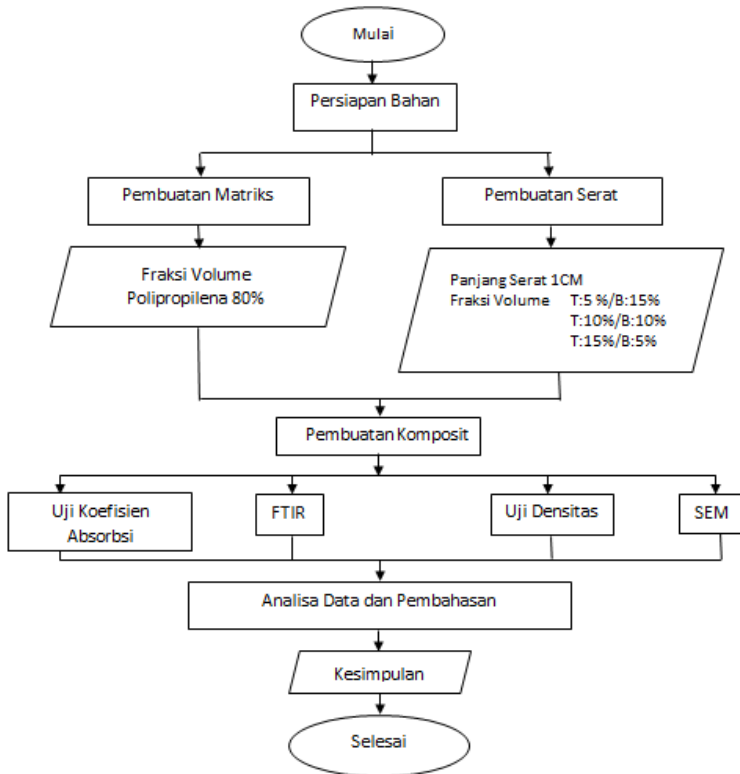
(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan alur penelitian yang digambarkan seperti Gambar 3.1 di bawah. Pembuatan diagram alir penelitian bertujuan agar mempermudah pemahaman mengenai langkah-langkah penelitian yang dilakukan, karena digambarkan dengan sistematis.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian



3.2 Bahan dan Peralatan Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Serat ampas tebu



Gambar 3.2 Serat ampas tebu

2. Serat bambu betung



Gambar 3.3 Serat bambu betung

3. Poly propylene



Gambar 3.4 poly propylene



6. Air



Gambar 3.5 Air

6. NaOH 1M



Gambar 3.6 NaOH 1M

3.2.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Gergaji

Gergaji digunakan untuk memotong bambu agar sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

2. Cetakan

Cetakan digunakan untuk mencetak spesimen uji



Gambar 3.7 cetakan pembuatan spesimen uji koefisien serap suara

3. Timbangan digital

Timbangan digital berfungsi untuk menimbang bahan yang akan digunakan



Gambar 3.8 Timbangan

4. Palu

Palu digunakan untuk memukul serat bambu agar serat bambu dapat terpisah satu sama lain

5. Nampan oven

Nampan oven digunakan untuk menaruh cetakan saat diletakkan di dalam oven



Gambar 3.9 Nampan oven

6. Penggaris
Penggaris digunakan untuk mengukur panjang serat, dan dimensi spesimen
7. Gunting seng
Gunting digunakan untuk memotong serat bambu dan serat rami
8. Seng lembaran
Seng lembaran dipotong-potong dan digunakan sebagai bahan dasar cetakan.



Gambar 3.10 Seng lembaran

9. Oven
Oven yang digunakan milik laboratorium Material Inovatif di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS



Gambar 3.11 Oven

10. Kertas gosok
Kertas gosok digunakan untuk meratakan permukaan spesimen
11. Mesin Uji SEM
Mesin Uji SEM yang digunakan milik laboratorium Karakterisasi Material di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS
12. Mesin Uji Absorpsi Suara
Mesin Uji Absorpsi Suara milik laboratorium Akustik Material di Jurusan Teknik Fisika FTI-ITS
13. Mesin uji FTIR
Mesin Uji FTIR milik laboratorium laboratorium Karakterisasi Material di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini ialah perbedaan komposisi serat dan matrix pada spesimen komposit

A. Serat bambu 15%, serat tebu 5%, polypropylene 80%



B. Serat bambu 10%, serat tebu 10%, polypropylene 80%

C. Serat bambu 5%, serat tebu 15%, polypropylene 80%

3.4 Rancangan Penelitian

Untuk pelaksanaan penelitian, dibawah ini adalah rancangan penelitian yang dilakukan.

Tabel 3.1 Rancangan penelitian

No	Material Komposit		Sampel	Pengujian			
	Serat	PP		Densitas	SEM	FTIR	Absorpsi Suara
1	T:5% / B:15%	80%	V	V	v	v	v
2	T:10% / B:10%	80%	V	V	v	v	v
3	T:15% / B:5%	80%	V	V	v	v	v

3.5 Pelaksanaan Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan persiapan bahan. Persiapan bahan ini penting untuk dilakukan, karena dapat mempengaruhi hasil pengujian dan dapat mempengaruhi hasil dari analisa dan pembahasan yang kita lakukan.

3.5.1 Persiapan Bahan

3.5.1.1 Pengolahan Serat Ampas Tebu

1. Serat ampas tebu dari sisa limbah industri gula direndam 1 hari lalu dicuci bersih dengan air, kemudian disisir dengan sikat kawat untuk menghilangkan gabus yang menempel dengan serat.



Setelah itu dikeringkan di bawah sinar matahari selama 7 hari.

2. Serat ampas tebu yang telah dikering dilakukan penyisiran lagi untuk menghilangkan gabus yang masih melekat pada serat.
3. Serat dalam ampas tebu diambil satu persatu secara manual dengan menggunakan tangan untuk mendapatkan benang-benang serat tebu.
4. Benang-benang serat yang telah terkumpul bervariasi baik diameter maupun panjangnya, oleh karena itu diseleksi yang panjangnya lebih dari 10 mm.
5. Serat tersebut kemudian dipotong dengan ukuran 10 mm.

3.5.1.2 Pengolahan Serat Bambu Betung

1. Bambu betung dipotong sepanjang 10 mm dengan gergaji.
2. Setelah dipotong, bambu dipukul-pukul hingga hancur dan serat terpisah dengan ligninnya secara makro satu sama lain.
3. Serat bambu yang telah dipukul-pukul direndam dengan larutan NaOH 1M untuk mengurangi kandungan ligninnya.
4. Serat dicuci bersih dengan air, lalu dikeringkan.
5. Setelah itu serat diambil dengan mencabutnya satu persatu

3.5.1.3 Persiapan Matriks PolyPropylene

1. Poly propylene ditimbang berdasarkan perbandingan yang telah ditentukan
2. Pengadukan Polypropylene menggunakan mesin extrusion



3.5.1.4 Pembuatan Cetakan

1. Untuk pengujian koefisien serap suara spesimen dicetak pada suatu cetakan berbahan seng dengan dibentuk bundar $D = 10,5\text{cm}$ dan $t = 1\text{ cm}$.
2. Untuk pengujian SEM spesimen di ambil dengan ukuran $10 \times 10 \times 4\text{ mm}$.
3. Untuk pengujian FTIR spesimen di ambil dengan ukuran $10 \times 10 \times 4\text{ mm}$.

3.5.1.5 Pembuatan Komposit

1. *Polypropylene* yang sudah diaduk secara merata dicampurkan dengan serat bambu betung dan ampas tebu yang telah tercampur lalu dituangkan ke dalam cetakan yang sudah ada, dengan perbandingan fraksi massa yang telah dihitung.
2. Campuran *polypropylene* dan serat yang sudah dimasukkan ke dalam cetakan diratakan ke seluruh penampang cetakan agar mempermudah saat di pres.
3. Setelah seluruh volume cetakan terisi penuh, maka dilakukan pengepresan dengan tujuan agar tidak terbentuk rongga-rongga udara dalam spesimen hasil cetakan

3.5.1.6 Pembongkaran Spesimen

Setelah pengepresan, spesimen dibongkar dari cetakan untuk kemudian dikeringkan selama 1-2 jam dengan cara di angin-anginkan.

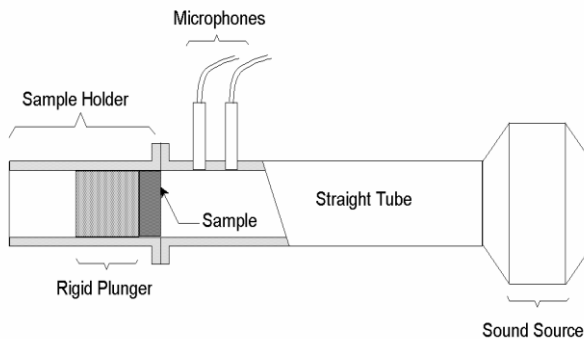
3.5.2 Proses Pengujian

Setelah bahan komposit jadi, dilakukan beberapa pengujian yakni :



3.5.2.1 Pengujian Koefisien Penyerapan Suara

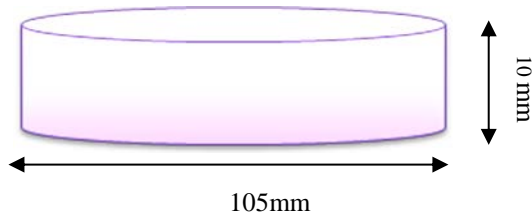
Peralatan yang digunakan untuk mengukur koefisien serap bahan adalah tabung impendansi dengan standarisasi menurut ASTM E1050. Pengujian dilakukan di Laboratorium Akustik Material, Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dimensi spesimennya berbentuk tabung dengan diameter 100 mm dan tinggi 10 mm. Berikut ini rangkaian alat tabung impendansi untuk mengukur uji penyerapan suara:



Gambar 3.12 Rangkaian alat uji absorpsi suara

Rangkaian alat terdiri dari:

1. *Acoustic material testing*: Untuk menganalisa sinyal yang diterima mikrofon
2. *Power Amplifier*: Untuk menguatkan gelombang bunyi
3. *Impedance Tube*: Sebagai tempat pengukuran koefisien serapan sampel.
4. *Komputer*: Untuk mengolah dan menampilkan data pengujian .



Gambar 3.13 Dimensi spesimen uji absorpsi suara

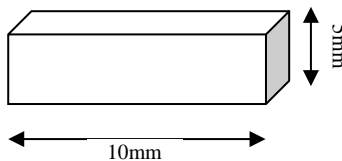
Pengujian *Absorption* adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu bahan untuk menyerap suara. Kualitas dari bahan peredam suara ditunjukkan dengan harga α (koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi), semakin besar α maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Nilai α berkisar dari 0 sampai 1. Jika α bernilai 0, artinya tidak ada bunyi yang diserap sedangkan jika α bernilai 1, artinya 100% bunyi yang datang diserap oleh bahan. Besarnya energi suara yang dipantulkan, diserap, atau diteruskan bergantung pada jenis dan sifat dari bahan atau material tersebut. Prinsip pengujian adalah spesimen yang berbentuk lingkaran dimasukkan ke dalam bagian kepala tabung impedansi kemudian diatur frekuensi suara pada amplifier dengan frekuensi 125 – 5000 Hz, maka speaker akan memberikan suara ke dalam tabung impedansi dan sound level meter.

3.5.2.2 Pengujian SEM

Pengamatan morfologi ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik dan *Scanning Electron Microscope* seperti yang terlihat pada Gambar 3.14 di bawahini:



Gambar 3.14 Alat *Scanning Electron Microscope* (SEM)



Gambar 3.15 Dimensi spesimen uji SEM

Untuk pengamatan menggunakan SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi serat yang terbentuk secara lebih detail. Pengambilan gambar SEM dengan perbesaran 500-1000 kali. Dengan menggunakan SEM diharapkan dapat mengidentifikasi morfologi serat dan arah serat ampas tebu dan bambu betung.

Pengamatan struktur mikro menggunakan SEM, prinsipnya adalah dengan menembakan sampel dengan menggunakan elektron, dan nantinya pantulan elektron dari tumbukan dengan sampel tadi akan ditangkap oleh detektor-detektor yang kemudian dapat menampilkan gambar struktur mikro pada monitor. Adapun prosedur pengujian sampel untuk uji ini adalah

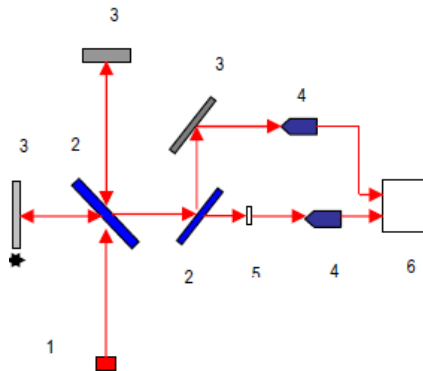


1. Melakukan *coating* permukaan sampel menggunakan unsur Au kira-kira sekitar satu jam agar tidak terjadi *charging* berlebih ketika ditembakkan dengan elektron dan untuk meningkatkan kontras warna pada gambar.
2. Memasukkan Sampel kedalam alat pengujian SEM dan divakum selama kira-kira 10 menit.
3. Menembakkan elektron dengan *probe level* tertentu . Pantulan elektron setelah menumbuk sampel dapat ditangkap oleh detektor *secondary electron* (SE1) atau *backscattered electron* (QBSD). Detektor SE1 digunakan untuk mengamati topografi permukaan sampel yang diuji, sedangkan detektor QBSD 3 digunakan untuk mengamati terbentuknya fasa- fasa yang terdapat pada sampel yang diuji. Pengamatan fasa didasarkan pada perbedaan terang dan gelap fasa tersebut. Bila suatu fasa memiliki berat atom. Pengaruh penambahan yang ringan, maka fasa yang terlihat pada monitor adalah berwarna terang, sedangkan fasa yang memiliki berat atom yang berat akan ditunjukkan dengan warna yang gelap pada monitor.
4. Mengambil gambar terhadap bagian – bagian yang diinginkan. Perbesaran diatur menurut bagian yang ingin dilihat dan dilakukan pada beberapa titik tertentu untuk melihat kondisi permukaan secara umum.
5. Langkah tersebut diulang untuk setiap sampel lalu di analisa.



3.5.2.3 Pengujian FTIR

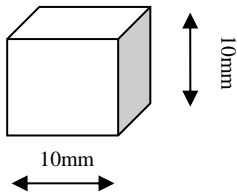
Spektroskopi FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) merupakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Inti spektroskopi FT-IR ada dan lah interferometer Michelson yaitu alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari penransmisian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Pengujian dilakukan berdasarkan standard ASTM E168. Skema pengujian di tunjukan pada Gambar 3.16 dan 3.17.



Gambar 3.16 Skema alat

Keterangan Gambar 3.21:

1. Sumber infra merah,
2. Pembagi berkas (*beam splitter*),
3. Kaca pemantul,
4. Sensor infra merah,
5. Sampel, dan
6. Display



Gambar 3.17 Dimensi spesimen uji FTIR

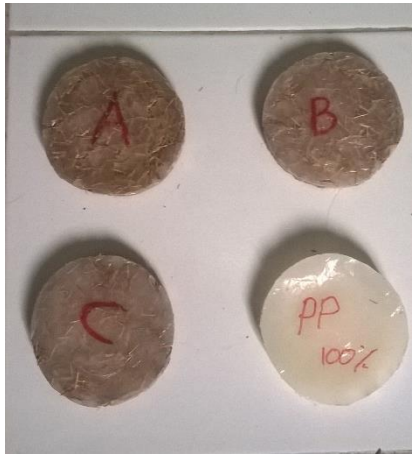


(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Komposit polypropylen Berpenguat Ampas Tebu dan Bambu Betung



Gambar 4.1 Spesimen uji absorbs suara

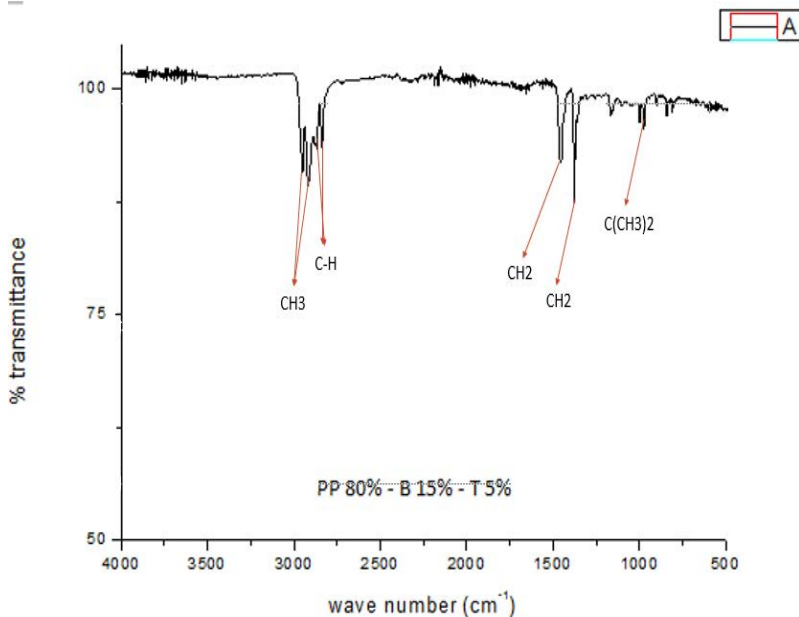
Gambar 4.1 menunjukkan specimen komposit T/B-Pp untuk uji absorpsi suara yang telah dilepas dari cetakan. Bentuk permukaannya halus dan warnanya putih dengan adanya serat membuat corak tersendiri. Komposit berpenguat serat tebu dan serat bambu betung dengan bermatriks Polypropylen (T/B-pp) ini dibuat dengan cara pengovenan. Langkah pertama dalam pembuatan komposit ini dilakukan pencampuran serat ampas tebu dan serat bamboo betung dengan pebandingan A. T: 5% B: 15%, B. T: 10% B: 10%, C. T:15% B:5%. Selanjutnya masing-masing serat yang telah tercampur dicampurkan kembali dengan polypropylene sebesar 80%. Spesimen kemudian di masukkan kedalam cetakan yang ada permukaannya Zn yang telah dilapisi alumunium foil dan dasarnya berasal dari kaca. Setelah itu



cetakan yang sudah berisi matrix dan serat di masukkan ke dalam oven dengan temperature 180 C. kemudian di tekan dan di tunggu hingga kering. Setelah kering spesimen dilepaskan dari cetakan.

4.2 Hasil analisa pengujian FTIR dari Komposit T/B-Pp

Spektrometer adalah alat untuk mengukur transmittan atau absorbansi suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Sedangkan pengukuran menggunakan spektrofotometer ini, metoda yang digunakan sering disebut dengan spektrofotometri (Basset,1994).



Gambar 4.2 Grafik FTIR benda uji A

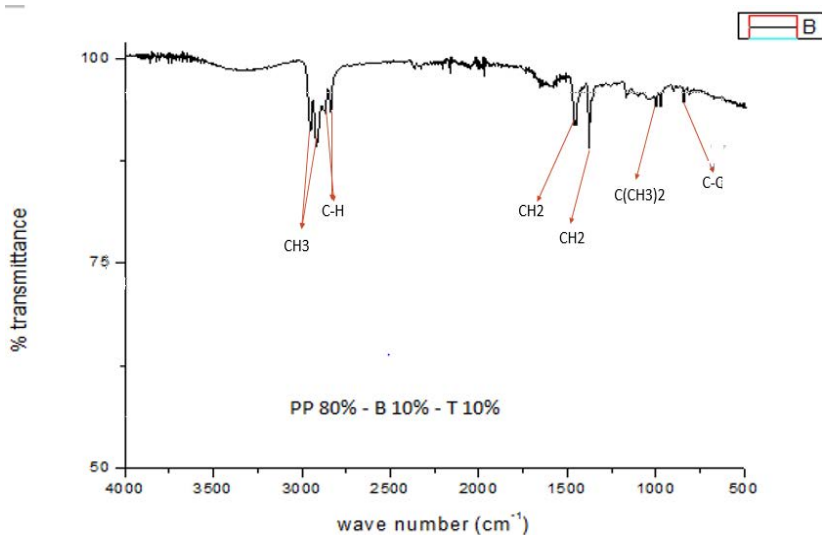
Dari hasil pengujian tersebut, terlihat adanya ikatan CH_3 pada puncak gelombang 2949 cm^{-1} dan 2916 cm^{-1} , ikatan C-H pada puncak gelombang 2866 cm^{-1} dan 2847 cm^{-1} , ikatan CH_2 ada



pada puncak gelombang 1452 cm^{-1} dan 1395 cm^{-1} dan ikatan $\text{C}(\text{CH}_3)_2$ ada pada puncak gelombang 1165 cm^{-1} . seperti yang ada pada tabel 4.1 berikut

Tabel 4.1. Tabel Hasil Pengujian FTIR A

Daerah serapan	Ikatan	Gugus fungsi
2949	CH3	Alkana
2916	CH3	Alkana
2866	C-H	Alkana
2847	C-H	Alkana
1452	CH2	Alkana
1395	CH2	Alkana
1165	$\text{C}(\text{CH}_3)_2$	Alkana



Gambar 4.3 Grafik FTIR benda uji B

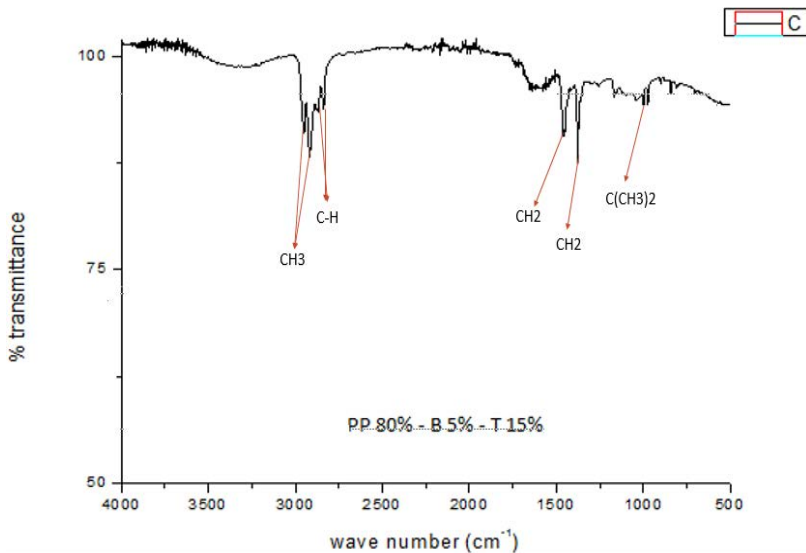
Dari hasil pengujian tersebut, terlihat adanya ikatan CH_3 pada puncak gelombang 2949 cm^{-1} dan 2916 cm^{-1} , ikatan C-H pada



puncak gelombang 2866 cm^{-1} , ikatan CH_2 ada pada puncak gelombang 1456 cm^{-1} dan 1375 cm^{-1} dan ikatan $-\text{C}(\text{CH}_3)_2$ ada pada puncak gelombang 1166 cm^{-1} .dan ikatan $\text{C}-\text{C}$ ada pada puncak gelombang 970 , seperti yang ada pada tabel 4.2 berikut

Tabel 4.2. Tabel Hasil Pengujian FTIR B

Daerah serapan	Ikatan	Gugus fungsi
2949	CH_3	Alkana
2916	CH_3	Alkana
2866	$\text{C}-\text{H}$	Alkana
1456	CH_2	Alkana
1375	CH_2	Alkana
1166	$-\text{C}(\text{CH}_3)_2$	Alkana
970	$\text{C}-\text{C}$	Alkana



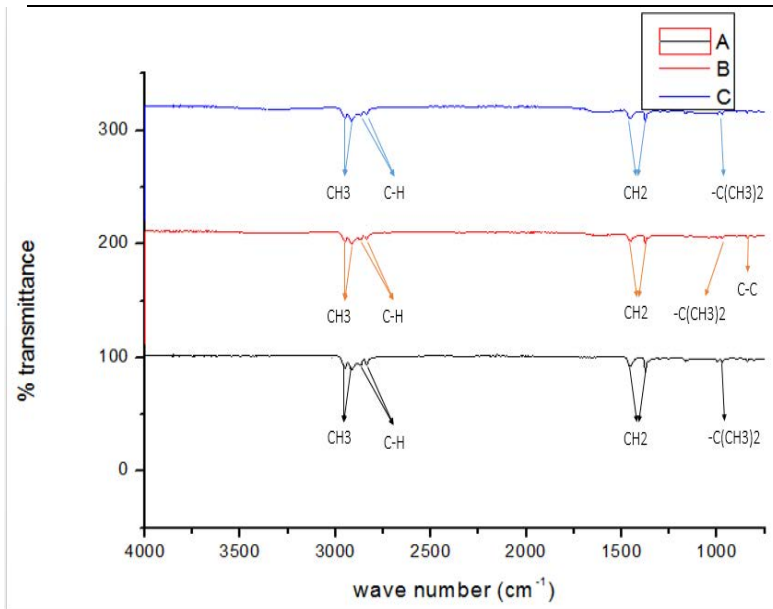
Gambar 4.4 Grafik FTIR benda uji C



Dari hasil pengujian tersebut, terlihat adanya ikatan CH_3 pada puncak gelombang 2949 cm^{-1} dan 2916 cm^{-1} , ikatan C-H pada puncak gelombang 3273 cm^{-1} , 2866 cm^{-1} , 2837 cm^{-1} ikatan CH_2 ada pada puncak gelombang 1458 cm^{-1} dan 1375 cm^{-1} , seperti yang ada pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Tabel Hasil Pengujian FTIR C

Wave number	Ikatan	Gugus fungsi
2949	CH_3	Alkana
2916	CH_3	Alkana
2866	C-H	Alkana
2837	C-H	Alkana
1458	CH_2	Alkana
1375	CH_2	Alkana



Gambar 4.5 Perbandingan hasil FTIR



Dari Gambar 4. Terlihat bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dari ikatan-ikatan yang ada pada komposit polypropylene, sehingga dapat di nyatakan ikatan kimia pada matriks poly propylene homogen tanpa ada ikatan kimia dari unsur lain. Pada komposit tidak terjadi ikatan kimia antara matriks dan serat (Farid, 2013). Dari pengujian FTIR komposit polypropylene berpenguat serat bamboo dan ampas tebu tidak terjadi perubahan ikatan kimia dan hanya terjadi ikatan pada komposit antara matriks dan serat secara makroskopik.

4.3 Hasil analisa Densitas dari Komposit T/B-Pp

Densitas digunakan untuk mengetahui kekompakan dan kepadatan material. Komposit yang kompak akan tahan terhadap proses penekanan sehingga ikatan antara partikel penyusun komposit menjadi kuat dan ruang antara partikel penyusun komposit menjadi sangat kuat dan ruang antara partikel bahan pakan tidak terisi rongga udara (Murdinah, 1989)

Pengujian densitas dilakukan dengan mengukur massa dan volume dari komposit. Dari percobaan didapatkan nilai massa jenis pada komposisi serat bambu dan serat ampas tebu dengan matriks polypropylene menggunakan fraksi massa masing-masing seberat PP 80% +B 15% + T 5%, PP 80% +B 10% + T 10%, dan PP 80% +B 5% + T 15% adalah sebagai berikut.

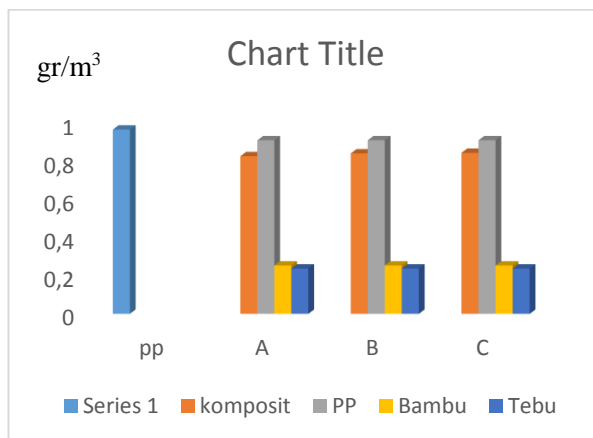
Tabel 4.4 Massa Jenis Komposit

Spesimen	Massa Jenis g/m³
PP 100%	0,966499
PP 80% +B 15% + T 5%	0,846427
PP 80% +B 10% + T 10%	0,840983
PP 80% +B 5% + T 15%	0,84373



Tabel 4.5 Massa Jenis Bahan

Bahan	Massa Jenis g/m³
polypropylene	0,91
Serat bambu (B)	0,253
Serat ampas tebu (T)	0,237



Gambar 4.6 grafik perbandingan densitas

Densitas *reinforcement* menentukan massa komposit, semakin besar densitas reinforcement maka juga meningkatkan massa komposit.

4.4 Hasil analisa pengujian SEM dari Komposit T/B-Pp

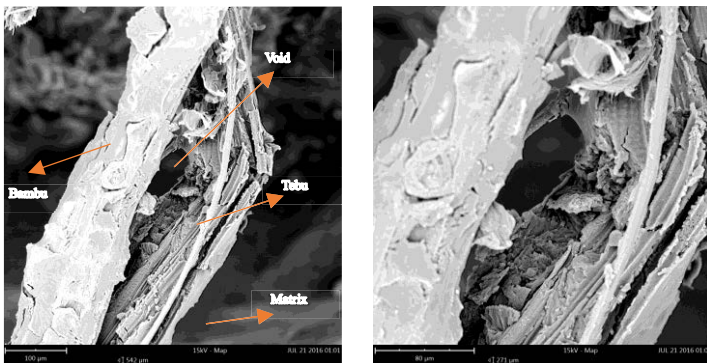
Pengujian *Scanning Electron Microscope* akan memperlihatkan morfologi dari komposit B/T-PP dengan berbagai variasi komposisi serat ditunjukkan dengan foto material tersebut dengan perbesaran berukuran micro atau bahkan nano.

Proses pengambilan gambar morfologi komposit B/R-PP ini dilakukan di laboratorium karakterisasi Politeknik Perkapalan

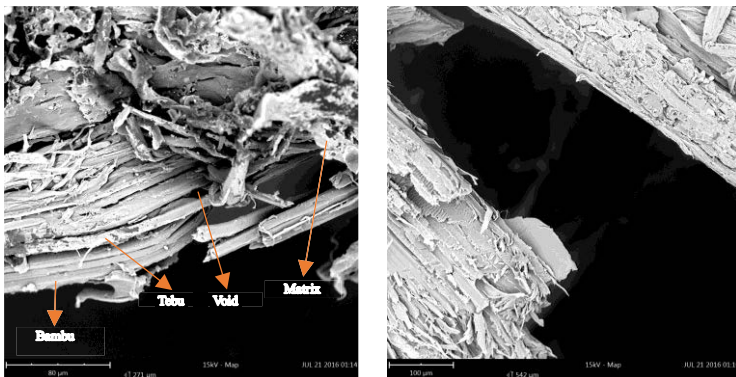


Negeri Surabaya. Pada pengujian SEM ini spesimen komposit B/T-PP dibuat berdasarkan ASTM E2809 yaitu memiliki dimensi 10 mm x 10 mm x 3 mm lalu dilapisi dengan coating AuPd. Setelah itu spesimen di masukkan ke dalam alat uji SEM dan diambil gambar.

Untuk hasil pengujian SEM dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.7 hasil SEM pp 80% B 15% - T 5 %
perbesaran 500x dan 1000x



Gambar 4.8 hasil SEM pp 80% B 5% - T 15 %
perbesaran 500x dan 1000x



Dari Gambar 4.8, dapat dilihat bahwa serat-serat dan matriks komposit 5%B/15%T-80%PP setelah dilakukan pencampuran akan terbetuk sebuah lapisan yang menghasilkan rongga. Terlihat serat tersebar memenuhi matriks sehingga terbentuk banyak celah berwarna hitam diantara serat dan matriks yang menunjukkan pori dari material tersebut. Jumlah pori ini lah yang mempengaruhi nilai absorpsi suara material komposit ini. Jumlah pori yang banyak tersebut meningkatkan kemampuan absorpsi material komposit 5%B/15%T-80%PP ini. hasil SEM menunjukkan serat tidak sepenuhnya terisi polimer polypropilene dan terlihat adanya rongga-rongga yang mungkin terisi udara, dimungkinkan porositas komposit relatif besar, sehingga mempunyai koefisien absorpsi lebih tinggi pada frekuensi standar maupun tinggi. (Rifaldi dkk. 2014)

Untuk hasil SEM dari material komposit 15%B/5%T-80%PP, jarak antar serat terlihat berjauhan, dan matriks polypropylene terlihat rapat dan solid. Berdasarkan penelitian (Jayaraman, 2005), absorpsi suara dihasilkan dari penghamburan energi akustik menjadi panas. Mekanisme penyerapan suara adalah ketika suara memasuki material berpori, molekul udara terisolasi diantara pori-pori tersebut. Osilasi menyebabkan gesekan sehingga timbul panas sehingga energi suara berubah menjadi energi panas. Selain itu osilasi ini juga menyebabkan berubahnya arah dari gelombang suara tersebut, dan menghamburkannya ke segala arah sehingga gelombang suara kehilangan momentum untuk memantul ke arah datang.

Hal ini menjelaskan mengapa spesimen komposit 5%B/15%T-80%PP memiliki nilai koefisien serap suara yang bagus dibandingkan 15%B/5%T-80%PP. *Sedikitnya* pori pada spesimen 15%B/5%R-80%PP menyebabkan gelombang suara memantul tanpa adanya hambatan, sehingga suara yang diserap cenderung lebih sedikit dibandingkan komposit dengan pori yang

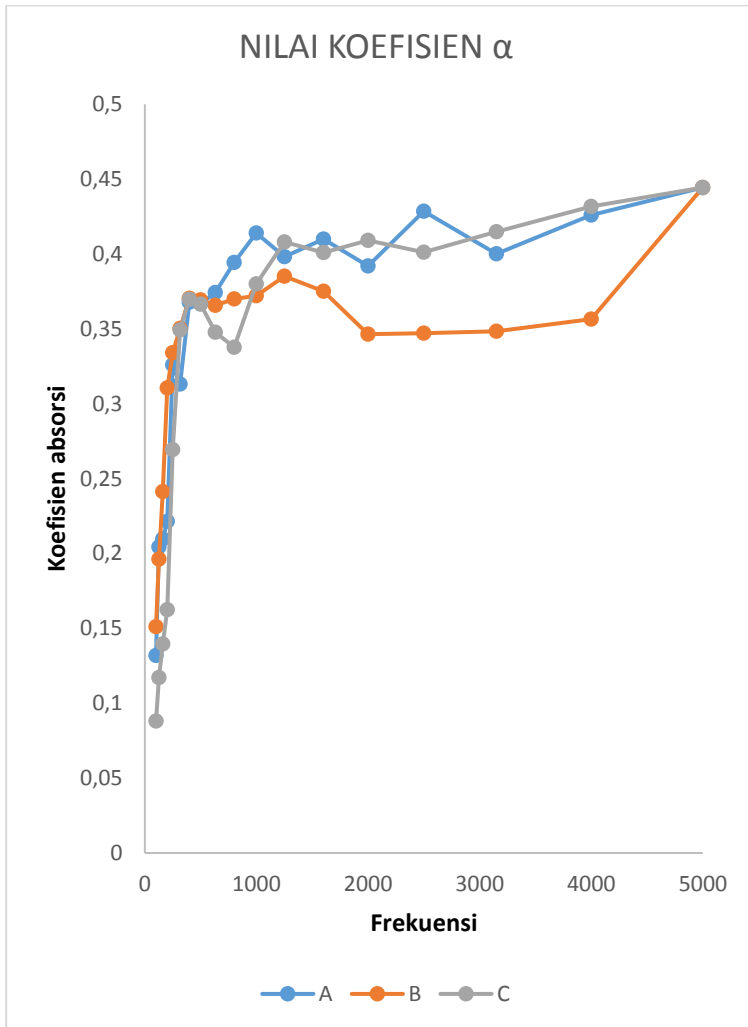


banyak.

4.5 Koefisien Absorpsi Suara dari Komposit T/B-Pp

Pengujian absorpsi suara dilakukan di Laboratorium Akustik Jurusan Teknik Fisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Metode yang digunakan dalam pengujian ini sesuai dengan standar ASTM E1050 mengenai pengujian material akustik. Perangkat yang digunakan dalam pengujian ini meliputi : dua *microfon*, *amplifier*, tabung impendansi B&K 4206, *pulse multi analyzer*, dan laptop. Cara kerjanya, spesimen diletakkan didalam tabung impendansi dengan posisi melintang dengan disangga plastisin. Kemudian mensetting frekuensi yang ingin dikeluarkan oleh *sound source*. Gelombang yang datang akan diterima oleh mikrofon 1, diserap oleh permukaan spesimen, dan ditangkap kembali oleh mikrofon 2. Hasil dari gelombang yang datang dan tertangkap oleh mikrofon kemudian dianalisa untuk mendapatkan *Frequency Response Function*. Perhitungan nilai koefisien absorpsi suara menggunakan perangkat lunak *Pulse v6*. Data yang diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Dari data yang didapat, perilaku absorpsi suara pada komposit dapat dianalisa. Semakin besar nilai α , maka penyerapan dan redaman bunyinya semakin baik. Nilai α berkisan antara 0 hingga 1. Jika α bernilai 0, berarti bunyi tidak diserap sedangkan. Jika α bernilai lebih dari 0 tetapi kurang dari 1, berarti sebagian bunyi diserap dan sebagian dipantulkan atau diteruskan. Jika α bernilai 1, berarti bunyi diserap seluruhnya



Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengujian Absorpsi Suara



Tabel 4.1. Tabel Hasil Pengujian Absorpsi Suara

Frekuensi	Koefisien Absorpsi (α)		
	Data A	Data B	Data C
100	0.131923	0.151223	0.088197
125	0.204438	0.196231	0.11711
160	0.209798	0.241229	0.139702
200	0.221438	0.310586	0.162409
250	0.325957	0.334069	0.269409
315	0.313249	0.350303	0.349181
400	0.367964	0.370484	0.369724
500	0.36671	0.369327	0.366681
630	0.374219	0.365778	0.347682
800	0.394338	0.370016	0.337742
1000	0.4141	0.372187	0.380058
1250	0.398127	0.385194	0.408105
1600	0.409865	0.375124	0.401041
2000	0.392095	0.346561	0.409162
2500	0.428564	0.347195	0.401204
3150	0.400108	0.348447	0.414948
4000	0.42593	0.356465	0.431767

Tabel 4.1 menunjukkan data hasil pengujian koefisien absorpsi suara. Dapat dilihat dari hasil pengujian komposit T/B/Pp, nilai koefisien absorpsi suara berbeda pada pada setiap frekuensi. Hal tersebut dikarenakan beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap, antara lain: Pemilihan bahan pembuatan material absorpsi, Jumlah rongga udara yang di hasilkan ketika pembuatan komposit.



Pada spesimen komposit A (T:5%/B:15%- 80% PP) terlihat bahwa spesimen dengan komposisi ini mempunyai kemampuan penyerapan suara yang baik. Pada frekuensi rendah nilai α (koefisien absorpsi)nya sebesar 0,204 pada frekuensi 125 Hz, nilai α terus meningkat sampai 0.409 pada frekuensi 1600 Hz. Namun pada frekuensi tinggi 2000Hz, nilai α menurun menjadi 0.392. pada rentang frekuensi 2500-4000 Hz kemampuan penyerapannya sangat baik dengan peningkatan nilai α sampai 0,426. Sehingga penyerapan terbaik ada pada frekuensi 4000Hz dengan nilai α tertinggi.

Hasil pada spesimen uji Komposit B (T:10%/B:10%- 80% PP) terlihat bahwa spesimen dengan komposisi ini mempunyai kemampuan penyerapan suara yang baik pula. Pada frekuensi rendah nilai α (koefisien absorpsi)nya sebesar 0,196 pada frekuensi 125 Hz, pada frekuensi 160 sampai 400 Hz nilai α naik naik secara konstan hingga 0.370 tetapi mengalami penurunan pada frekuensi 500 sampai 630 Hz dengan nilai α 0.36. pada frekuensi sedang 800 sampai 1250 Hz, nilai absorpsi meningkat kembali sampai 0.385. dan untuk frekuensi tinggi antara frekuensi 2000 sampai 4000 nilai absorpsi menurun dengan nilai α 0.35. kemampuan penyerapan suara tertinggi pada frekuensi 1250 Hz dengan nilai α sebesar 0.385.

Kemudian pada spesimen komposit C (T:15%/B:5%- 80% PP) terlihat bahwa spesimen dengan komposisi ini mempunyai kemampuan penyerapan suara cukup baik. Pada frekuensi rendah nilai α (koefisien absorpsi)nya sebesar 0,117 pada frekuensi 125 Hz, kemudian pada frekuensi 160 sampai 630 Hz nilai α naik secara konstan tetapi sedikit mengalami penurunan nilai α sehingga didapat nilai α nya 0,347 pada frekuensi 630 Hz. Kemudian pada frekuensi antara 800 sampai 2000 Hz nilai α



meningkat secara konstan hingga nilai α mencapai 0,409. Pada frekuensi 2500 nilai α sempat menurun menjadi 0.401 akan tetapi kembali naik sampai pada frekuensi 4000 dengan nilai α sebesar 0.432. kemampuan penyerapan suara tertinggi terjadi pada frekuensi 4000 dengan nilai α sebesar 0.432.

Gambar 4.3 menunjukkan karakteristik kemampuan penyerapan suara ketiga spesimen ini pada frekuensi tinggi. Perbedaan koefisien penyerapan suara terlihat berbeda di frekuensi rendah dan sedang tetapi pada rentang frekuensi tinggi perbedaan koefisien penyerapan suaranya sangat kecil hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh hubungan antara banyaknya komposisi serat terhadap nilai koefisien absorbs suara.

Jadi adanya penambahan serat ampas tebu dan serat bambu betung pada komposit berpenguat polypropylene akan meningkatkan nilai koefisien absorbs pada frekuensi tinggi, tetapi pada frekuensi rendah mempunyai nilai koefisien absorbs rendah, namun sudah memenuhi standart ISO 11654. Dengan adanya perbedaan kandungan dari serat ampas tebu dan serat bambu betung dapat menyebabkan terjadinya perbedaan kerapatan yang berbeda-beda. Serat ampas tebu dan bambu betung juga dapat mengakibatkan spesimen menjadi tidak homogen karena adanya penyebaran serat ampas tebu dan bamboo betung yang tidak merata.

Secara umum berdasarkan nilai NRC (Noise Reduction coefficient) maka spesimen B dapat menyerap suara yang lebih baik pada frekuensi rendah sampai sedang dari pada specimen A dan C. Namun pada frekuensi tinggi specimen A dan C jauh lebih baik dalam kemampuan menyerap suara karena memiliki nilai NRC lebih tinggi dari specimen B. Semakin besar nilai dari koefisien absorpsi suara suatu material bukan berarti bahwa



material tersebut bagus karena tergantung pada kegunaannya
(suban, 2015)



(halaman ini sengaja di kosongkan)

LAMPIRAN A PERHITUNGAN

Perbandingan volume serat : volume pp= 20%:80%

Mencari massa jenis serat

$$p_2 = \frac{w_1 \times p_w}{w_2 - (w_3 - w_w)}$$

Keterangan :

p_2 = massa jenis serat ampas tebu (gr/cm^3)

p_w = massa jenis air (gr/cm^3)

w_1 = massa kering (gr)

w_2 = massa basah (gr)

w_3 = massa dalam air (gr)

w_w = massa benang dan timbangan

Mencari massa jenis serat ampas tebu Diketahui :

$$p_w = 1 \text{ gr}/\text{cm}^3$$

$$w_1 = 1 \text{ gr}$$

$$w_2 = 4,36 \text{ gr}$$

$$w_3 = 0,135 \text{ gr}$$

Asumsi : timbangan dapat dinetralkan, sehingga $w_w = 0$

$$p_2 = \frac{1 \times 1}{4,36 - (0,135)}$$

$$p_2 = 0,237 \text{ gr}/\text{cm}^3$$

Mencari massa jenis serat bambu betung Diketahui :

$$p_w = 1 \text{ gr}/\text{cm}^3$$

$$w_1 = 1 \text{ gr}$$

$$w_2 = 4,36 \text{ gr } w_3 = 0,117 \text{ gr}$$

Asumsi : timbangan dapat dinetralkan, sehingga $w_w = 0$

$$p_2 = \frac{1 \times 1}{4,07 - (0,117)}$$

$$\rho_2 = 0,253 \text{ gr/cm}^3$$

Diketahui :

Massa jenis polypropylena= 0,91 gr/cm³

Dimensi cetakan berdasarkan standar yang telah ditentukan pada metodologi.

Mencari volume masing-masing cetakan :

- Cetakan Uji Koefisien Absorpsi
 $V = \pi r^2 t = \pi (50\text{mm})^2 \times 10\text{mm}$
 $= 78500 \text{ mm}^3$
 $= 78,5 \text{ cm}^3$

Fraksi Volume Serat

- Uji Absorpsi Suara

20% x Volume cetakan = 20% x 78,5 cm³ Volume serat = 23,55 cm³

Massa serat ampas tebu $\rho = m/v$

$$m = \rho v = 0,237 \text{ gr/cm}^3 \times 23,55 \text{ cm}^3$$

$$= 5,581 \text{ gr}$$

Massa bambu betung

$$\rho = m/v$$

$$m = \rho v = 0,253 \text{ gr/cm}^3 \times 23,55 \text{ cm}^3$$

$$= 5,958 \text{ gr}$$

Fraksi Volume PP

- Uji Absorpsi Suara

$$20\% \times \text{Volume cetakan} = 20\% \times 78,5 \text{ cm}^3$$

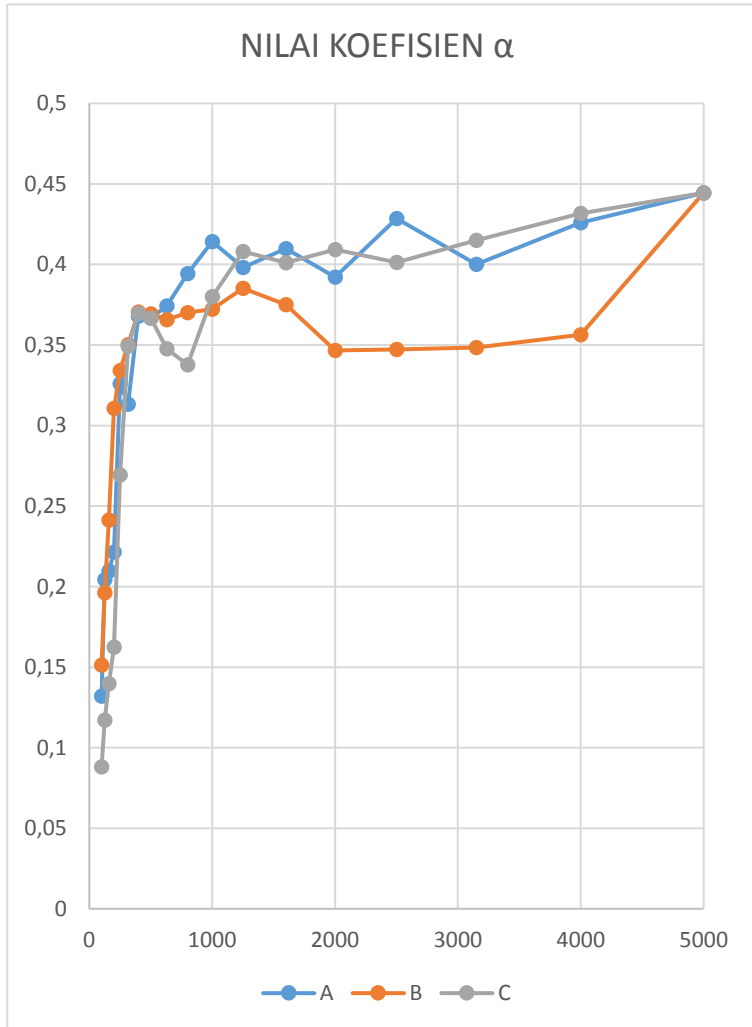
$$\text{Volume serat} = 16,485 \text{ cm}^3$$

$$\rho = m/v$$

$$\begin{aligned} m &= \rho v = 2,32 \text{ gr/cm}^3 \times 16,485 \text{ cm}^3 \\ &= 38,245 \text{ gr} \end{aligned}$$

LAMPIRAN B
HASIL PENGUJIAN
Hasil Pengujian Absorpsi Suara

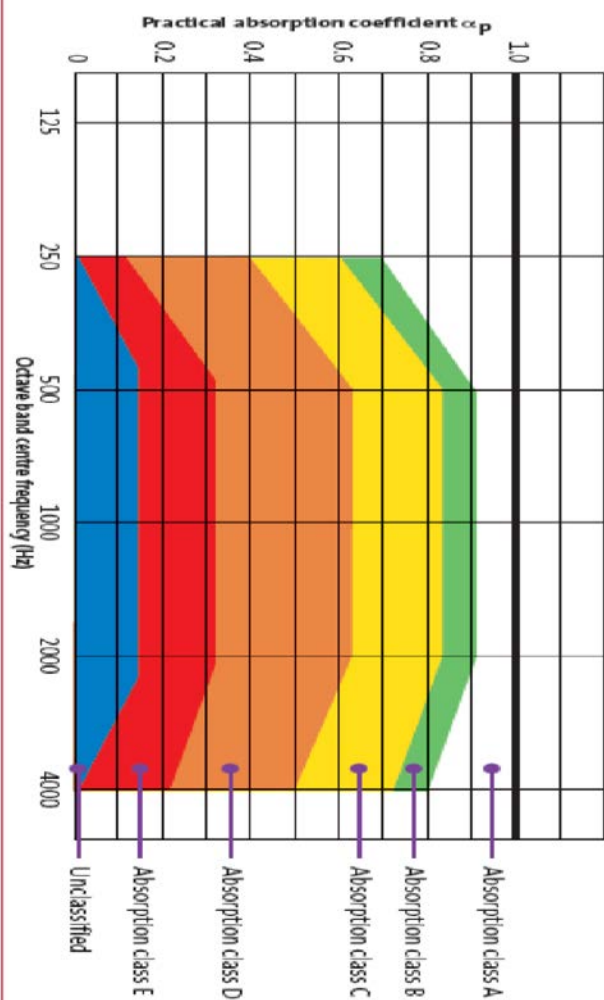
Komposit T/B-P/G



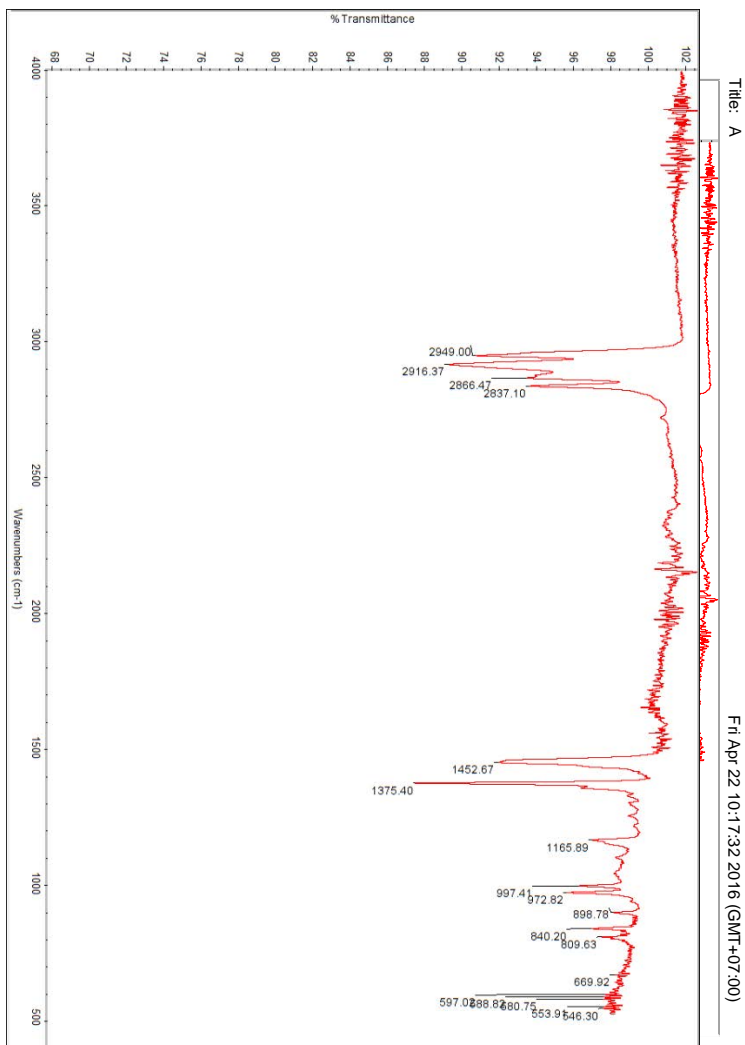
<i>Frekuensi</i>	<i>Koefisien Absorpsi (α)</i>		
	<i>Data A</i>	<i>Data B</i>	<i>Data C</i>
<i>100</i>	<i>0.131923</i>	<i>0.151223</i>	<i>0.088197</i>
<i>125</i>	<i>0.204438</i>	<i>0.196231</i>	<i>0.11711</i>
<i>160</i>	<i>0.209798</i>	<i>0.241229</i>	<i>0.139702</i>
<i>200</i>	<i>0.221438</i>	<i>0.310586</i>	<i>0.162409</i>
<i>250</i>	<i>0.325957</i>	<i>0.334069</i>	<i>0.269409</i>
<i>315</i>	<i>0.313249</i>	<i>0.350303</i>	<i>0.349181</i>
<i>400</i>	<i>0.367964</i>	<i>0.370484</i>	<i>0.369724</i>
<i>500</i>	<i>0.36671</i>	<i>0.369327</i>	<i>0.366681</i>
<i>630</i>	<i>0.374219</i>	<i>0.365778</i>	<i>0.347682</i>
<i>800</i>	<i>0.394338</i>	<i>0.370016</i>	<i>0.337742</i>
<i>1000</i>	<i>0.4141</i>	<i>0.372187</i>	<i>0.380058</i>
<i>1250</i>	<i>0.398127</i>	<i>0.385194</i>	<i>0.408105</i>
<i>1600</i>	<i>0.409865</i>	<i>0.375124</i>	<i>0.401041</i>
<i>2000</i>	<i>0.392095</i>	<i>0.346561</i>	<i>0.409162</i>

<i>2500</i>	<i>0.428564</i>	<i>0.347195</i>	<i>0.401204</i>
<i>3150</i>	<i>0.400108</i>	<i>0.348447</i>	<i>0.414948</i>
<i>4000</i>	<i>0.42593</i>	<i>0.356465</i>	<i>0.431767</i>

Figure 5.4 - Absorption classes from BS EN ISO 11654: 1997



LAMPIRAN C
HASIL UJI FTIR spesimen A

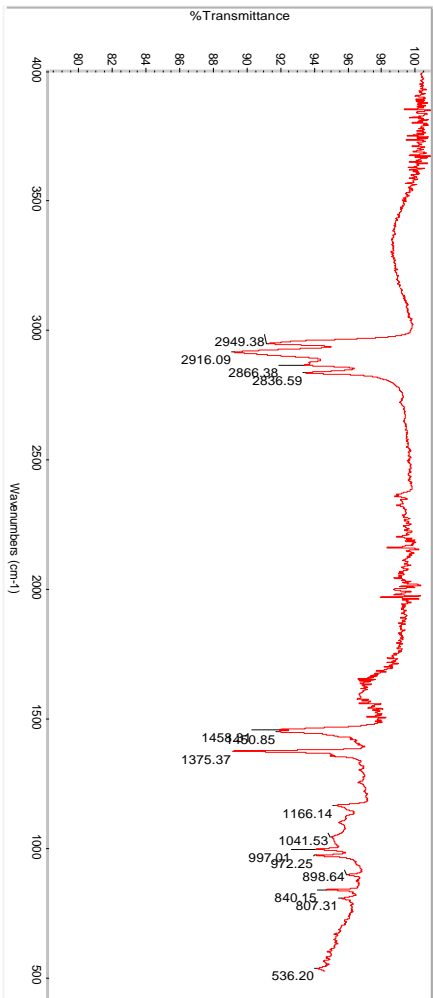


XXX

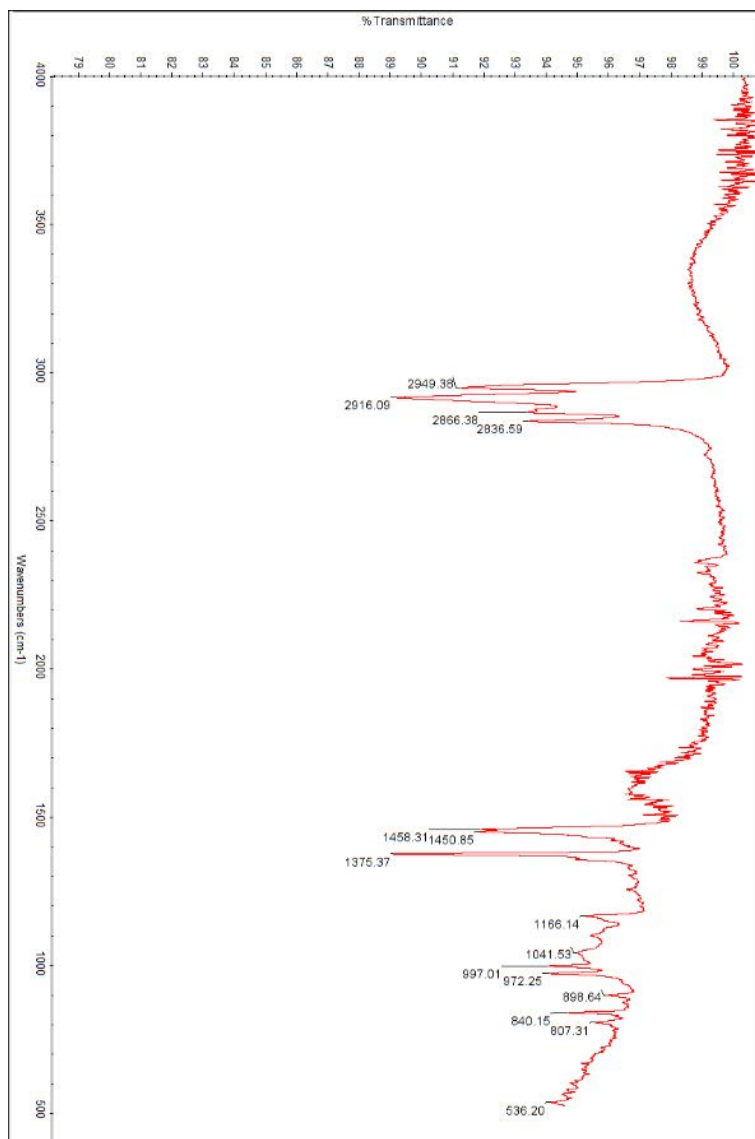
Spesimen B

Title: B

Fr Apr 22 10:20:00 2016 (GMT+07:00)



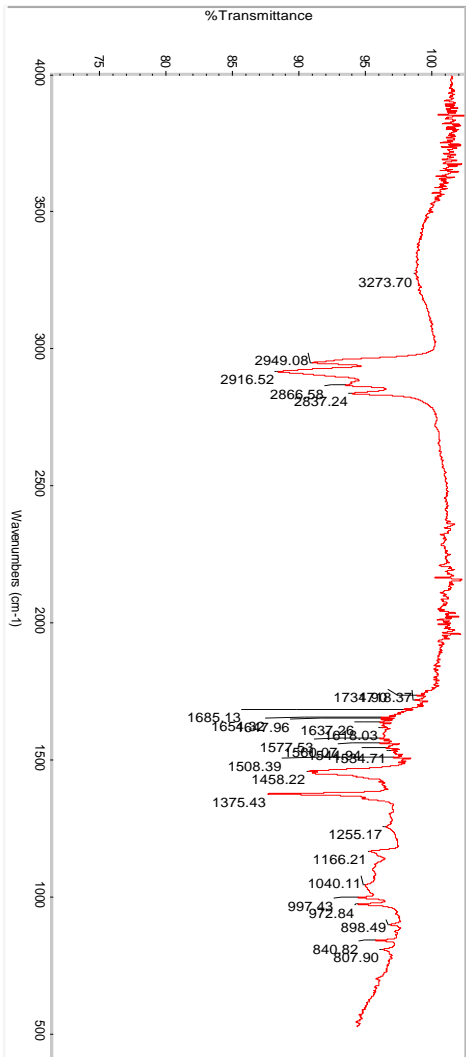
Collection time: Fr Apr 22 10:19:05 2016 (GMT+07:00)		
File: Apr 22 10:19:05 2016 (GMT+07:00)	Spectrum: B	
Find Peaks	Region: 3495.26-455.13	
Scan: 1000.00	Search type: Correlation	
Average threshold: 91.07	Hit List:	
Sensitivity: 50	Index	
Position: 536.20 Intensity: 94.43	41	Match
Position: 807.31 Intensity: 94.654	38	Compound name
Position: 840.15 Intensity: 94.654	76.99	POLY(PROPYLENE), ATACTIC
Position: 898.64 Intensity: 94.654	76.58	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
Position: 942.25 Intensity: 94.654	79.45	POLY(PROPYLENE), isotactic, average MW ca.
Position: 972.25 Intensity: 94.654	77.21	280.000
Position: 1041.53 Intensity: 94.654	76.99	Polypropylene, isotactic
Position: 1166.14 Intensity: 94.654	76.58	Polypropylene + poly(ethylene-propylene)
Position: 1375.37 Intensity: 94.654	72.38	Polypropylene atactic
Position: 1458.45 Intensity: 94.654	71.57	Polypropylene atactic
Position: 1601.86 Intensity: 91.847	70.09	Polypropylene + Visitation d04, 1.1
Position: 1806.60 Intensity: 93.400	69.85	Polypropylene-poly(ethylene-propylene)
Position: 2866.38 Intensity: 93.339		
Position: 2916.09 Intensity: 91.034		
Position: 2949.38 Intensity: 91.034		



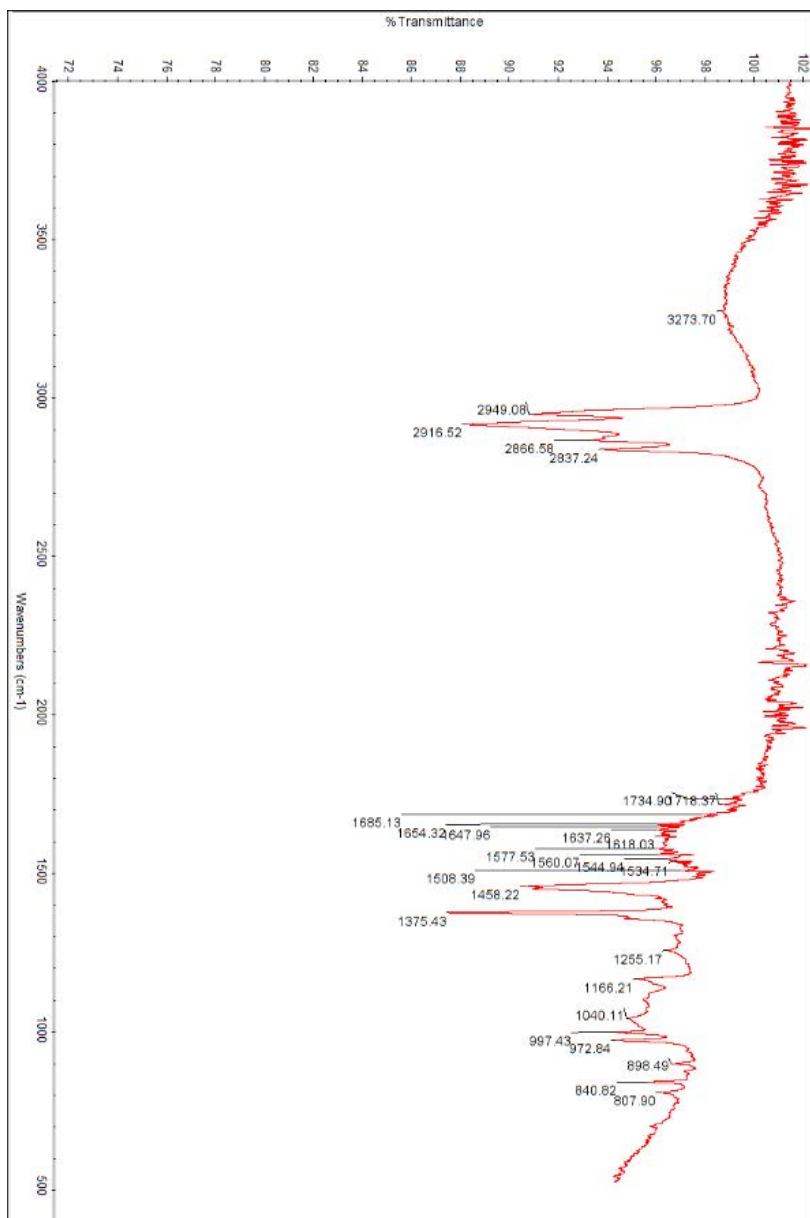
Specimen C

Title: C

Fri Apr 22 10:23:23 2016 (GMT +07:00)



Collection time: Fri Apr 22 10:22:21 2016 (GMT+07)	
Region: C 3495.26-455.13	
Search type: Correlation	
Hit List:	
Index	Match
41	POLY(PROPYLENE), ATACTIC
942	Polypropylene, isotactic
324	Polypropylene + poly(ethylene-propylene)
17997	Polypropylene, isotactic, average MW/ ca. 250,000
38	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
566	Polypropylene, atactic
737	Polypropylene
943	Polypropylene, atactic
624	Polypropylene+poly(ethylene-propylene)
975	Polypropylene + Vistalon 404, 1:1
Library	
Hummel Polymer Sample Library	
HR Hummel Polymer and Additives	
HR Hummel Polymer and Additives	
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II	
Hummel Polymer Sample Library	
HR Hummel Polymer and Additives	
HR Nicotex Sample Library	
HR Hummel Polymer and Additives	
HR Nicotex Sample Library	
HR Hummel Polymer and Additives	



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Nilai koefisien absorpsi suara (α) dengan nilai paling tinggi berada pada spesimen 5%B/15%T-80%PP, dan nilai α paling rendah terdapat pada spesimen 15%B/5%T-80%PP. Nilai α dari ketiga komposit pada frekuensi 250-4000 Hz lebih besar dari 0,15 sehingga telah memenuhi standar ISO 11654, dan termasuk material absorpsi kelas D. Ketiga spesimen memperlihatkan pola yang sama yaitu nilai α yang semakin tinggi pada frekuensi yang semakin tinggi.
2. Menurut hasil pengamatan dengan Scanning Elecron Microscope, spesimen 5%B/15%T-80%PP memiliki struktur dengan pori yang paling banyak dibandingkan dua spesimen lainnya yang menjelaskan penyebab nilai α terbesar terdapat pada spesimen ini.
3. Menurut uji Fourir Transmision Infra Red, material B/T-PP membuktikan bahwa bahan tersebut adalah komposit dengan matriks yang homogen yaitu polypropylene dengan kecocokan tertinggi sebesar 86% dan tidak terbentuk ikatan antara matriks dan reinforcement secara atomic atau mikroskopis.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengujian mekanik supaya dapat



Laporan Tugas Akhir
Jurusan Teknik Material dan Metalurgi

mengetahui kekuatan forming untuk
pengaplikasian material absorpsi.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM-E1050-98. *Standard test method for impedance and absorbtion of acoustical material using a tube, tw microphones, and digital frequency analysis system.*
ASTM Subcommittee E33.01
- Abdullah, M & Khairurrijal, *Review: Karakterisasi Nanomaterial* J. Nano Saintek. Vol. 2 No. 1, Feb. 2009.
- Antonia, Yulian Taurista, dkk. *Komposit Lamina Bambu Serat Woven Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Fiberglass Pada Kulit Kapal.* Teknik Material, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Autar, K. Kaw. 2006. "Mechanics of Composite Materials, University of South Florida, Tampa. Taylor & Francis Group
- Basset, J. 1994. *Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik.* Jakarta : EGC
- Beranek, Louis L. *Noise and Vibration Control.* Institute of Noise Control Engineering, Washington D.C., 1988
- Casey, P. 1980. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology Volume I* dalam Wardoyo, Andri (2001). New York Chichester Brisbane Toronto : John Wiley & Sons.
- Doelle, L. L. 1972. *Akustik Lingkungan.* Jakarta: Erlangga.
- Doost, Kazem et. al. 2013. *Correlation Between Sound Absorption Coefficients With Physical and Mechanical Properties of Insulation Boards Made From Sugar Cane Baggase.* Journal Science Direct
- Agung, Muhammad dan Moh. Farid. 2015. *Pengaruh Variasi Komposisi Serat Terhadap Nilai Koefisien Absorpsi Suara dan Perilaku Mekanik Pada Komposit Serat Ampas Tebu Dan Bambu Betung Dengan Matriks Gypsum.* Tugas Akhir Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS Surabaya.
- Alldi, Nurisiyantoro dan Moh. Farid. 2015. *Pengaruh Komposisi Serat Bambu Betung dan Ampas Tebu Terhadap Morfologi Komposit Bermatriks Gypsum sebagai Aplikasi Sound*

Absorption Material. Tugas Akhir Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS Surabaya.

- Farid, M., H. Ardhyana, V. M. Pratiwi, S. P. Wulandari, 2015. *Correlation between Frequency and Sound Absorption Coefficient of Polymer Reinforced Natural Fibre*. Advanced Materials Research. Vol.1112, pp. 329-332.
- Gibson, R. F. 1994. *Principles of Composite Material*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Khosrow Ghavami.2005. *Bamboo as Reinforcement in Structural Concrete Elements*. Cement & Concrete Composites 27 637–649.
- K. van Rijswijk, M.Sc, et.al. 2001. *Natural Fibre Composites Structures and Materials*. Laboratory
- Lee, Y and Changwhan, J. 2003. *Sound Absorption Properties of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers*. AUTEX Research Journal. Vol. 3, No.2.
- Lord, P., dan T. Duncan, 2001. *Detail Akustik*, edisi 3. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Mediastika, E Christina. 2009. *Material Akustik Pengendali Kualitas Bunyi pada Bangunan*. Yogyakarta
- Okubo Kazuya, Toru Fujii, Yuzo Yamamoto. *Development of Bamboo-Based Polymer Composites and Their Mechanical Properties*. Journal of Composites Part A 35 377-383.
- Silverstein. 2002. *Identification of Organic Compound, 3rd Edition*. New York: John Wiley & Sons Ltd.
- Sulistijono. 2002. *Mekanika Material Komposit*.Surabaya : itspress.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Auliya Rahman lahir di Gresik pada tahun 1992. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan M.maftuh dan hery pujianti . Pendidikan yang penulis tempuh bermula dari MI Assaadah 5 Bungah Gresik (1998-2004), SMP Muhammadiyah 12 GKB Gresik (2004-2007), SMA Muhammadiyah 1 Gresik (2007-2010), dan dari 2010 sampai sekarang di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS

Surabaya masuk melalui jalur SNMPTN Undangan. Penulis aktif dalam berorganisasi. Pada tahun kedua dikampus, penulis diamanahi sebagai staff Departemen Pengabdian Masyarakat Himpunan Mahasiswa Teknik Material dan Metalurgi (HMMT) dan juga staff Divisi Logistik PLH SIKLUS ITS. Pada tahun ketiga dikampus, penulis diamanahi sebagai staff Departemen Pengabdian Masyarakat 2013/2014 dan juga Kepala Divisi Logistik PLH SIKLUS ITS. Penulis melakukan kerja praktek di PT Fajar Mas Murni Surabaya. Penulis mengambil studi pada bidang manufaktur material inovatif untuk tugas akhir di Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS. Untuk menghubungi penulis dapat melalui email aunsipetualang@gmail.com atau nomer telepon 085732010243.